ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU CONTRÔLE QUALITÉ DES MATÉRIAUX ET DE LA MISE EN ŒUVRE. CAS DE LA ROUTE KARAKORO - KOMBORODOUGOU - KOUROUKOUNA (40Km) tronçon étudié PK 02+00 AU PK 10+00 (CÔTE D'IVOIRE)

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2IE AVEC GRADE

MASTER

SPECIALITE : Génie civil - Bâtiment et Travaux Publics

Présenté et soutenu publiquement le 15 juillet 2026 par

Dofra Oumar YEO (20210936)

Directeur de mémoire **:** Dr. Marie Thérèse Marame GOMIS/MBENGUE

Enseignant-chercheur, Département Génie civil, Institut 2IE**.**

Structure (s) d'accueil du stage **:** M. MAN Kapeubé Armand, responsable laboratoire à SCORE-BTP

Structure d'accueil du stage : SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ET DE RENOVATION-BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS

Jury d'évaluation du stage :

Président : Pr Adamah MESSAN

Membres et correcteurs : M. Ousséni MONE

M. Daroche G. NGOUDIMAMBA SAH

Promotion 2025-2026

DÉDICACE

À la famille YEO, avec tout mon amour fraternel, pour leur soutien constant et leur affection.

CITATION

« On ne construit pas une maison en un jour, mais pierre par pierre. »

Cheikh Anta Diop **(Sénégal)**

REMERCIEMENTS

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toute la direction de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), notamment à son Directeur Général, le Professeur El Hadji Bamba DIAW, ainsi qu'à tous les enseignants et au personnel administratif, pour la qualité de la formation et leur soutien constant.

Je remercie également sincèrement mon encadreur académique, Dr Marie Thérèse Marame GOMIS/MBENGUE enseignant-chercheur à l'institut 2IE, pour sa disponibilité, ses précieux conseils et le sens de la rigueur scientifique qu'elle m'a transmis tout au long de ce travail.

Je tiens également à remercier la société SCORE (Société de Construction et de Rénovation) pour m'avoir accueilli lors de mon stage de fin d'études.

- Monsieur, le premier responsable de la structure KONE Soukpafolo Yacouba, pour son accueil au sein de la structure.
- Monsieur, KONE Soukpafolo Zakaria le coordinateur pour son professionnalisme dans la gestion administrative.
- Monsieur, OUATTARA N'golo Jean-Marie Directeur des travaux de la base Karakoro, pour son leadership positif, son soutien.
- Monsieur, FANNY Amadou responsable qualité pour son soutien et son expertise dans le cadre de mon étude. Son aide a été précieuses.
- Monsieur, MAN Kapeube Armand chef Laboratoire pour son accompagnement méthodologique et stratégique qui a contribué à cadrer efficacement mon sujet d'étude.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur AKA N'Dri Rémi pour sa disponibilité, son esprit de partage et la qualité de son accompagnement, qui m'ont permis de développer des compétences techniques solides et de participer activement aux activités du laboratoire.

Je remercie également tout le personnel de SCORE, en particulier M. KONNET Mohamed, pour leur collaboration et leur soutien.

Enfin, je remercie de tout mon cœur ma famille pour son soutien sans faille.

RÉSUMÉ

La durabilité des chaussées dépend de la qualité des matériaux mis en œuvre et de la rigueur du contrôle exercé pendant les travaux. Cette exigence est particulièrement sensible en zone latéritique schisteuse, où l'hétérogénéité des formations superficielles et la sensibilité à l'eau des matériaux schisteux favorisent l'apparition précoce de fissurations, déformations ou pertes de portance. Ce mémoire évalue l'efficacité du dispositif de contrôle qualité mis en œuvre par SCORE BTP sur le tronçon PK 02+000 à PK 10+000 de la route Karakoro-Komborodougou-Kouroukounan (RKKK), axe de 40 km classé en trafic T3 dans le nord de la Côte d'Ivoire. L'étude repose sur trois volets : la conformité des essais de laboratoire, l'évaluation des contrôles sur chantier et l'analyse de la fréquence des essais selon la méthode d'espacement séquentiel.

Les essais de laboratoire montrent une conformité de 100 % des valeurs de CBR pour la couche de fondation et la couche de base stabilisée au ciment, contre 84,21 % pour la PST et 87,18 % pour la couche de forme, les non-conformités étant principalement liées à des matériaux schisteux altérés. Les essais Marshall affichent un taux de conformité de 80 %, sans incidence sur la compacité de la couche de roulement, confirmée par carottage. Sur chantier, les taux de conformité dépassent 97 %, hormis une non-conformité en déflexion sur la base stabilisée entre les PK 08+740 et 08+940.

Le croisement des résultats met en évidence vingt-huit zones à risque : neuf à risque modéré à élever, dix à risque faible à modéré et neuf à risque faible ; aucune n'atteint le niveau élevé, le maximum observé étant de trois indicateurs cumulés sur cinq. La fissure longitudinale relevée entre les PK 09+940 et 09+962 est associée à une portance limite de la PST, une déflexion élevée de la fondation et une couverture d'essais insuffisante, cette dernière liée à la réalisation des travaux de stabilisation en saison des pluies. Neuf recommandations sont proposées pour renforcer l'efficacité du contrôle qualité des futurs projets routiers.

Mots-clés :

- Contrôle qualité
- Durabilité
- Essais de laboratoire
- Essais in situ
- Fréquence des essais
- Route Karakoro Komborodougou Kouroukouna

ABSTRACT

The durability of road pavements depends on the quality of the materials used and the rigor of quality control during construction. This requirement is particularly critical in schist-lateritic environments, where the heterogeneity of surface formations and the moisture sensitivity of schist-derived materials promote the early development of cracking, permanent deformation, and loss of bearing capacity. This study evaluates the effectiveness of the quality control system implemented by SCORE BTP on the PK 02+000 to PK 10+000 section of the Karakoro-Komborodougou-Kouroukounan (RKKK) road, part of a 40 miles road classified as T3 traffic in northern Ivory Coast. The assessment is based on three complementary components: laboratory test compliance, in-situ quality control, and analysis of testing frequency using the sequential spacing method.

Laboratory results indicate 100% compliance with CBR requirements for both the foundation layer and the 3% cement-treated base layer, compared with 84.21% for the subgrade platform and 87.18% for the capping layer, with non-compliance mainly associated with weathered schist materials. Marshall test compliance reached 80%, while core sampling confirmed adequate compaction of the asphalt surface layer. Field quality control achieved compliance rates exceeding 97%, except for one deflection non-compliance recorded on the stabilized base layer between PK 08+740 and PK 08+940.

The combined analysis identified twenty-eight risk zones, including nine moderate-to-high-risk zones, ten low-to-moderate-risk zones, and nine low-risk zones. No high-risk zone was identified, the highest level corresponding to three cumulative risk indicators out of five. The longitudinal crack observed between PK 09+940 and PK 09+962 was associated with the limited bearing capacity of the subgrade platform, excessive deflection of the foundation layer, and insufficient testing coverage, the latter resulting from stabilization works carried out during the rainy season. Finally, nine recommendations are proposed to strengthen the effectiveness of quality control practices in future road projects.

Keywords:

- Durability
- In-situ Testing
- Karakoro Komborodougou Kouroukouna road
- Laboratory Testing
- Quality Control
- Testing Frequency

TABLE DES MATIERES

DÉDICACE i

CITATION ii

REMERCIEMENTS iii

RÉSUMÉ iv

ABSTRACT v

TABLE DES MATIERES vi

LISTE DES ABRÉVIATIONS xi

LISTE DES TABLEAUX xiv

LISTE DES FIGURES xvii

INTRODUCTION GÉNÉRALE 1

Chapitre I : PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE 3

I.1 Introduction partielle 3

I.2 Présentation de la structure d'accueil 3

I.2.1 Historique et missions de l'entreprise SCORE 3

I.2.2 Domaines d'intervention et organisation du corps laboratoire 5

I.3 Présentation de la zone d'étude 8

I.3.1 Localisation géographique 8

I.3.2 Cadre physique et environnemental 8

I.3.3 Cadre géologique et géotechnique de la Côte d'Ivoire 9

I.3.4 Cadre socio-économique 10

I.4 Présentation Du Projet 10

I.4.1 Contexte général 10

I.4.2 Justification de l'étude 10

I.4.3 Cadre scientifique de l'étude 12

I.4.4 Objectif général de l'étude 12

I.4.5 Objectifs spécifiques 12

I.4.6 Diagnostic et État des lieux 13

II.4.7 Périmètre de l'étude et données collectées 14

I.5 Conclusion partielle 15

Chapitre II : MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE 16

II.1 Introduction partielle 16

II.2 Essais réalisés et normes appliquées 16

II.3 Méthode d'évaluation de la conformité 18

II.4 Démarche globale et articulation des chapitres 19

II.5 Conclusion partielle 20

Chapitre III : CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX IDENTIFIÉS EN LABORATOIRE ET PARAMÈTRES MESURÉS IN SITU LORS DE LA MISE EN ŒUVRE 21

III.1 Introduction partielle 21

III.2 Caractéristiques Des Matériaux Identifies En Laboratoire 21

III.2.1 Partie supérieure de terrassement 21

III.2.1.1 Contexte et exigences 21

III.2.1.2 Résultats et bilan de conformité 21

III.2.2 Couche de forme 22

III.2.2.1 Contexte et exigences 22

III.2.2.2 Résultats et bilan de conformité 23

III.2.3 Couche de fondation 24

III.2.3.1 Contexte et exigences 24
III.2.3.1 Résultats et bilan de conformité 24
III.2.4 Matériau mis en place avant stabilisation (couche de base) 25
III.2.4.1 Contexte et exigences 25
III.2.4.2 Résultats et bilan de conformité 25
III.2.5 Couche de base stabilisée au ciment 3% 26
III.2.5.1 Contexte et principe 26
V.2.5.2 Résultats et bilan de conformité 26
III.2.6 Couche de roulement en béton bitumineux 0/10 27
III.2.6.1 Contexte et cadre 27
III.2.6.2 Analyse granulométrique et teneur en liant 27
III.2.6.3 Essai Marshall 28
III.2.6.4 Pesée hydrostatique par carottage 29
III.2.7 Synthèse générale de conformité 30
III3. PARAMÈTRES MESURÉS IN SITU LORS DE LA MISE EN ŒUVRE 31
III.3.1 Partie supérieure de terrassement 31
III.3.1.1 Exigences du CCTP et essais réalisés 31
III.3.1.2 Résultats et conformité 31
III.3.2 Couche de forme 32
III.3.2.1 Exigences du CCTP et essais réalisés 32
III.3.2.2 Résultats et conformité 32
III.3.3 Couche de fondation 33
III.3.3.1 Exigences du CCTP et essais réalisés 33
III.3.3.2 Résultats et conformité 33
III.3.4 Couche de base stabilisée au ciment à 3 % 34
III.3.4.1 Exigences du CCTP et essais réalisés 34
III.3.4.2 Résultats et conformité 34

III.3.5 Couche de roulement en béton bitumineux 0/10 34

III.3.5.1 Exigences du CCTP et essais réalisés 34

III.3.5.2 Résultats et conformité 35

III.3.6 Synthèse générale de conformité 35

III.4. Conclusion partielle 36

Chapitre IV : ÉVALUER LES RISQUES DE NON-CONFORMITÉ DE LA CHAUSSÉE À PARTIR DE L'ANALYSE DE LA FRÉQUENCE DES ESSAIS RÉALISÉS, DES ZONES INSUFFISAMMENT CONTRÔLÉES ET DES PATHOLOGIES OBSERVÉES. 37

IV.1 Introduction partielle 37

IV.2 Analyses de la fréquence des essais réalisent. 37

IV.2.1 Méthode d'évaluation 37

IV.2.1.1 analyse par espacement séquentiel 37

IV.2.1.2 Fréquences prescrites par le CCTP 37

IV.2.2 Évaluation de la fréquence des essais de laboratoire 38

IV.2.2.1 Résultats par couche et par essai 38

IV.2.2.2 Analyse des résultats 39

IV.2.3 Évaluation de la fréquence des essais in situ 40

IV.2.3.1 Résultats par couche et par essai 40

IV.2.3.2 Analyse des résultats 40

IV.2.4 Synthèse comparative labo et in situ 41

IV.3 Qualification des zones à risque 42

IV.3.1 Grille de qualification du niveau de risque 42

IV.3.2 Identification des zones à risque sur le tronçon 43

IV4. Analyse de la pathologie observée (PK 09+940 à PK 09+962) 45

IV4.1 Caractérisation technique 45

IV.4.2. Documentation photographique 46

IV.5. Conclusion partielle 48

Chapitre V : RECOMMANDATIONS TECHNIQUES VISANT À AMÉLIORER LE DISPOSITIF DE CONTRÔLE QUALITÉ 50

V.1 Introduction partielle 50

V.2. Recommandations d'intervention sur le tronçon PK 02 à PK 10 50

V.2.1 Principe directeur 50

V.3 Propositions techniques pour les projets routiers futurs 54

V.3.1 Enseignements du projet RKKK 54

V.5 Conclusion partielle 58

CONCLUSION GÉNÉRALE 59

Bibliographie 60

ANNEXES 62

LISTE DES ABRÉVIATIONS

2iE	:	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
AFNOR	:	Association Française de Normalisation
AG	:	Analyse Granulométrique
AGEROUTE	:	Agence de Gestion des Routes (Côte d'Ivoire)
BB	:	Béton Bitumineux
BBSG	:	Béton Bitumineux Semi-Grenu
BTP	:	Bâtiment et Travaux Publics
CBR	:	California Bearing Ratio (Indice Portant Californien)
CCTP	:	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CEBTP	:	Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics
CPA	:	Ciment Portland Artificiel
CPJ	:	Ciment Portland Composé
D90	:	Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm)
DOT	:	Direction des Opérations Techniques (SCORE BTP)
EV1	:	Module de déformation au premier cycle de chargement (MPa)
EV2	:	Module de déformation au second cycle de chargement (MPa)
g/cm³	:	Gramme par centimètre cube (unité de densité)
GLC	:	Grave Latérite Cimentée
GNT	:	Grave Non Traitée
HSE	:	Hygiène, Sécurité et Environnement
Ic	:	Indice de Compactage (%)

IC	:	Indice de Compacité sur carotte (%)
IP	:	Indice de Plasticité (%)
ISO	:	Organisation Internationale de Normalisation
K	:	Rapport de modules K = EV2 / EV1 (adimensionnel)
kN	:	Kilonewton (unité de force)
LA	:	Limites d'Atterberg
LL	:	Limite de Liquidité (%)
LP	:	Limite de Plasticité (%)
mm	:	Millimètre
MPa	:	Mégapascal (unité de pression : 1 MPa = 10^6 Pa)
NC	:	Non Conforme
NF	:	Norme Française
NR	:	Non Renseigné (absence de valeur dans le PV)
OPM	:	Optimum Proctor Modifié
PK	:	Point Kilomètre
PM	:	Proctor Modifié
PST	:	Partie Supérieure de Terrassement
PV	:	Procès-Verbal d'Essai
QRP	:	Question de Recherche Principale
OS1	:	Objectif Spécifique 1
OS2	:	Objectif Spécifique 2
OS3	:	Objectif Spécifique 3
RKKK	:	Route Karakoro-Komborodougou-Kouroukounan

SARL	:	Société à Responsabilité Limitée
SCORE	:	Société de Construction et de Rénovation
SCORE BTP	:	Société de Construction et de Rénovation - Bâtiment et Travaux Publics
t/m³	:	Tonne par mètre cube (unité de densité)
T2	:	Classe de trafic T2 (entre 150 et 300 poids lourds/jour)
w (%)	:	Teneur en eau gravimétrique (%)
Wopt	:	Teneur en eau optimale à l'OPM (%)
γd	:	Densité sèche (masse volumique sèche, en g/cm³ ou t/m³)
γd max	:	Densité sèche maximale à l'Optimum Proctor Modifié
ρd	:	Masse volumique sèche
σ	:	Écart-type (utilisé dans le calcul de la déflexion caractéristique D90)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Domaines d'activités. 5
Tableau 2 : Organisation, moyens humains, matériels et logistiques du laboratoire de géotechnique. 6
Tableau 3 : Essais de laboratoire et in situ retenue pour l'étude 16
Tableau 4 : Seuils de déflexion D90 par couche de la route RKKK (trafic T3) 18
Tableau 5 : Grille d'évaluation des taux de conformité..... 19
Tableau 6: Bilan de conformité de la partie supérieure de terrassement (38 PV)..... 22
Tableau 7: Bilan de conformité de la couche de forme (44 PV)..... 23
Tableau 8 : Bilan de conformité de la couche de fondation (42 PV)..... 24
Tableau 9: Bilan de conformité matériau mis en place avant stabilisation (39 PV). 25
Tableau 10 : Bilan de conformité de la couche de base stabilisée (22 PV). 27
Tableau 11: Résultats des essais Marshall du BB 0/10. 28
Tableau 12: Résultats de la pesée hydrostatique par carottage du BB 0/10..... 29
Tableau 13: Synthèse des taux de conformité de la route essai laboratoire RKKK PK 02 à PK 10. 30
Tableau 14 : Synthèse du contrôle qualité in situ de la partie supérieure de terrassement. 31
Tableau 15: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de forme. 32
Tableau 16: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de fondation. 33
Tableau 17: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de base stabilisée..... 34
Tableau 18: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de roulement BB 0/10. 35
Tableau 19: Synthèse générale des essais in situ de la route RKKK, PK 02 à PK 10. 35
Tableau 20 : Fréquences d'essais prescrites par le CCTP de la route RKKK. 38
Tableau 21: Taux de conformité de la fréquence des essais de laboratoire. 38
Tableau 22: Taux de conformité de la fréquence des essais in situ..... 40
Tableau 23: Synthèse comparative des taux de conformité de fréquence labo et in situ. 41
Tableau 24 : Grille de qualification du niveau de risque 42
Tableau 25 **:** zones à risque communes identifiées 43
Tableau 26: Caractérisation technique complète de la pathologie PK 09+940 à PK 09+962. 45
Tableau 27 : Recommandations d'intervention par zone à risque RKKK PK 02 à PK 10 50

Tableau 28 : Propositions techniques pour améliorer le contrôle qualité Projets en zone latéritique schisteuse 55
Tableau 29 : Tableau V.3 : Plan de contrôle qualité amélioré le projet RKKK 56
Tableau 30 : Réponse aux questions de recherche projet RKKK PK 02 à PK 10 57
Tableau 31 : Exigences du CCTP essai laboratoire du projet RKKK. 63
Tableau 32 : Résultats d'essais de laboratoire de la PST (38 PV). 64
Tableau 33: Résultats d'essais de laboratoire de la couche de forme (44 PV). 66
Tableau 34: Résultats d'essais de laboratoire de la couche de fondation (42 PV). 68
Tableau 35 : Résultats d'essais du matériau mis en place avant stabilisation (39 PV). 71
Tableau 36: Résultats d'essais de la couche de base stabilisée (22 PV). 74
Tableau 37: Analyse granulométrique et teneur en liant du BB 0/10 (36 prélèvements) 76
Tableau 38 : Résultats de la pesée hydrostatique par carottage du BB 0/10 78
Tableau 39: Résultats de compacité in situ de la PST (NF P 94-061-3). 81
Tableau 40: Résultats des essais de plaque EV2 de la PST. 83
Tableau 41: Déflexions caractéristiques D90 de la PST 85
Tableau 42: Résultats de compacité in situ de la couche de forme (NF P 94-061-3). 87
Tableau 43: Résultats des essais de plaque EV2 de la couche de forme 89
Tableau 44: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de forme 91
Tableau 45: Résultats de compacité in situ de la couche de fondation 93
Tableau 46: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de fondation 95
Tableau 47: Résultats de compacité in situ de la couche de base stabilisée 98
Tableau 48: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de base stabilisée 101
Tableau 49: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de roulement BB 0/10 (NF P 98-200-2, en 1/100e mm). 103
Tableau 50: Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire PST 106
Tableau 51 : : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire forme 107
Tableau 52: Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire fondation 109
Tableau 53 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire matériau mise place avant stabilisation 111

Tableau 54 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire hydrostatique par carottage 113
Tableau 55 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de plaque de la PST 115
Tableau 56 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de compacité de la PST.....117
Tableau 57 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de déflexion de la PST 119
Tableau 58 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de plaque couche de forme 120
Tableau 59 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de compacité couche de forme..... 122
Tableau 60 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de déflexion couche de forme..... 124
Tableau 61 : Fiche complète d'évaluation de la compacité couche de fondation 126
Tableau 62: Fiche complète d'évaluation de déflexion couche de fondation..... 127
Tableau 63 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de la compacité couche de base GLC 129
Tableau 64 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de déflexion couche de base GLC . 130

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de la Direction des Opérations Techniques 4
Figure 2: Localisation de la zone d'étude dans les régions du Poro et du Hambol Source : BNEDT (2018) / Google Earth, projection WGS 1984 8
Figure 3 : Carte géotechnique de la Côte d'Ivoire 9
Figure 5 : Traces profondes d'orniérage 14
Figure 4 : sondage sous chaussée PK 33 (Traversée de SUCAF) 14
Figure 6 : Début d'ornières et déformation longitudinale 14
Figure 7 : Érosion de la chaussée et Nids-de-poule profonds 14
Figure 8: Coupe transversale de la chaussée 15
Figure 9: Démarche de la méthodologie 19
Figure 10: Fissure longitudinale en surface du BB 0/10 sur l'accotement droit PK 09+940 à PK 09+962, orientation parallèle à l'axe, ouverture progressive. 46
Figure 11: Carotte : face inférieure côté base stabilisée, fissure traversante, couche structurante atteinte. 47
Figure 12: Carotte : face supérieure côté BB 0/10 Fissurations profondes traversantes ascendantes. 47
Figure 13: Zone de carottage : fissures rayonnantes + base fissurée exposée + efflorescences PK 09+940 - 09+962 48

INTRODUCTION GÉNÉRALE

En Côte d'Ivoire, les infrastructures routières jouent un rôle déterminant dans le développement économique et social. Dans le nord du pays, où l'agriculture constitue une activité majeure, elles favorisent l'évacuation des productions, le désenclavement des localités et les échanges commerciaux. C'est dans cette dynamique que s'inscrit la route Karakoro–Komborodougou–Kouroukounan (RKKK), axe de 40 km classé en trafic T3, dont l'aménagement vise à transformer une piste latéritique dégradée en une route praticable en toute saison.

La durabilité d'une chaussée dépend non seulement de sa conception, mais également de la qualité des matériaux, de leur mise en œuvre et du contrôle qualité réalisé pendant les travaux. Des matériaux non conformes, un compactage insuffisant ou une couverture incomplète des contrôles peuvent favoriser l'apparition précoce de dégradations et augmenter les coûts d'entretien. Le projet RKKK constitue ainsi un cadre pertinent pour évaluer l'efficacité du dispositif de contrôle qualité mis en œuvre.

Problématique

La conformité des résultats d'essais ne suffit pas, à elle seule, à garantir l'efficacité d'un dispositif de contrôle qualité. Une fréquence insuffisante des essais ou une couverture incomplète du chantier peuvent laisser subsister des anomalies susceptibles d'affecter la durabilité de l'ouvrage. **Dans quelle mesure le dispositif de contrôle qualité mis en œuvre sur le tronçon PK 02+000 à PK 10+000 de la route RKKK permet-il d'assurer la conformité des matériaux, de la mise en œuvre et de contribuer à la durabilité de la chaussée ?**

Objectif général

Évaluer l'efficacité du dispositif de contrôle qualité des matériaux et de la mise en œuvre sur le tronçon PK 02+000 à PK 10+000 de la route RKKK à travers l'analyse de la conformité des essais, de la fréquence des contrôles et de leur contribution à la durabilité de l'ouvrage.

Objectifs spécifiques

- **OS1 :** Évaluer la conformité des essais de laboratoire et des contrôles in situ au regard des exigences du CCTP.
- **OS2 :** Analyser la fréquence des essais par la méthode d'espacement séquentiel afin d'évaluer la couverture du contrôle qualité.
- **OS3 :** Croiser les résultats de conformité et de fréquence pour identifier les zones à risque, les confronter aux pathologies observées et proposer des recommandations.

Pour répondre à ces objectifs, le mémoire est structuré en cinq chapitres. Les deux premiers présentent le contexte de l'étude et la méthodologie. Les troisième et quatrième exposent les résultats des essais, l'analyse de la fréquence des contrôles et l'identification des zones à risque. Le cinquième formule les recommandations visant à améliorer le dispositif de contrôle qualité des futurs projets routiers.

Chapitre I : PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE

I.1 Introduction partielle

Nous allons dans ce chapitre, découvrir la Société de Construction et de Rénovation (SCORE) qui nous accueille en stage, ainsi que le projet RKKK (Karakoro-Komborodougou-Kouroukounan) qui sert de cas d'étude principal. L'objectif est d'évaluer l'efficacité du contrôle qualité des matériaux et de la mise en œuvre pour garantir la durabilité des travaux d'aménagement et de bitumage. Dans un premier temps, il présente l'histoire de SCORE avec son organisation et l'intérêt stratégique de son laboratoire géotechnique, ainsi que les particularités de la zone à l'étude.

I.2 Présentation de la structure d'accueil

I.2.1 Historique et missions de l'entreprise SCORE

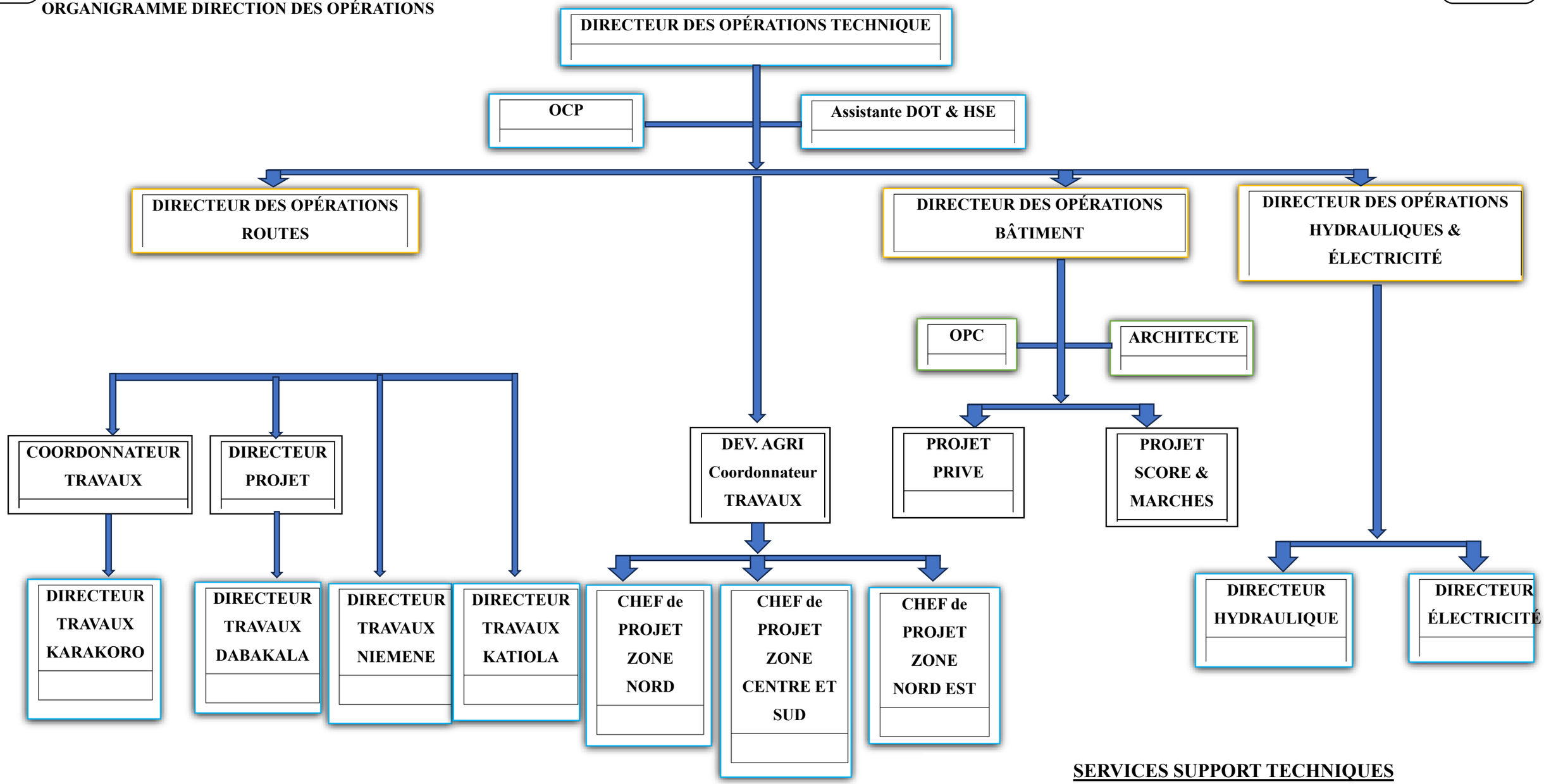
Constituée en 2013 avec un capital totalement ivoirien, la Société de Construction et de Rénovation (SCORE) a pour ambition d'accompagner la promotion des compétences locales pour devenir un acteur incontournable du secteur du BTP en Côte d'Ivoire et dans la sous-région. Au début, l'entreprise était spécialisée dans le secteur hydraulique, énergie et bâtiment. Elle a ensuite élargi progressivement son activité aux travaux d'infrastructures routières ainsi qu'aux travaux d'aménagement.

Le stage a eu lieu dans la Direction des Opérations Techniques à l'intérieur du département laboratoire géotechnique dans les locaux à Karakoro. La figure 1 présente l'organigramme de la Direction des Opérations.

Coordonnées administratives :

Siège social : Korhogo, Quartier Commerce, BP 193	**Forme juridique** : SARL
RIB : CI00 8001 1210 2100 2242 23 18 (SGCI Plateau)	**RCCM** : CI-KGO-2013-B-114
Téléphones : +225 27 22 59 07 99 / 07 77 38 31 55	**Email** : info@scorebtp.com

ORGANIGRAMME DIRECTION DES OPÉRATIONS



SERVICES SUPPORT TECHNIQUES

LOGISTIQUE	QUALITÉ & GÉOTECHNIQUE	HSE	COST CONTROL	SUIVI PRODUCTION

Figure 1: Organigramme de la Direction des Opérations Techniques

I.2.2 Domaines d'intervention et organisation du corps laboratoire

- **Domaines d'intervention**

Le tableau 1 ci-après en est une illustration. À ce jour, SCORE agit dans plusieurs secteurs stratégiques.

Tableau 1 : Domaines d'activités.

Domaines d'intervention	**Descriptions synthétiques**
Infrastructures routières	Aménagement, réhabilitation et bitumage de routes revêtues ou en terre stabilisée
Hydraulique urbaine et rurale	Alimentation en eau potable, Irrigation agricole, Assainissement autonome
Bâtiment	Constructions administratives, sociales et techniques conformes aux normes qualité et sécurité
Électricité	Réseaux électriques, éclairage public, alimentation des infrastructures

- **Organisation du corps laboratoire**

Pour assurer la qualité et la conformité des matériaux utilisés sur les chantiers, SCORE dispose d'un laboratoire de géotechnique organisé autour de plusieurs compétences techniques et de moyens adaptés. L'organisation se fonde sur une répartition des rôles entre les différents groupes en charge des prélèvements, des essais de laboratoire, des contrôles in situ. Cette organisation permet de suivre les travaux de manière rigoureuse et de garantir la fiabilité des contrôles qualité menés sur les projets routiers. Le tableau 2 présente l'organisation du laboratoire.

Tableau 2 : Organisation, moyens humains, matériels et logistiques du laboratoire de géotechnique.

Éléments	**Description synthétique**
Rôle du laboratoire	Identifier, contrôler et garantir la qualité des matériaux et des travaux routiers sur les chantiers.
Organisation interne	Cellules spécialisées : *Reconnaissance et prélèvements* : identification et prélèvement des échantillons. *Essais en laboratoire* : • Analyse granulométrique par tamisage ; • Masse volumique des particules solides des sols ; • Essais PROCTOR Modifié et Normal ; • Essais CBR ; • Essais de carotte (pesée hydrostatique) • Essais de détermination de la Valeur au Bleu de Méthylène ; • Essais de détermination de la Matière Organique ; • Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités au liants hydrauliques (Sols traités) ; • Essais de compression. *Contrôle chantier* : • Mesure de la compacité ; • Mesure de la déflexion engendrée par une charge roulante (13 Tonnes) ; • Guide d'utilisation de ciments (sol-ciment) ; • Contrôle du taux d'épandage de liant ; • Essais à la boite doseuse ; • Essais de plaque chargée ; • Densité en place à électro densimètre PQI 380 sur les enrobés. • Essai de Carottage sur les enrobés

Éléments	Description synthétique
Moyens humains	• Ingénieurs géotechniciens : interprétations et recommandations techniques. - Chef de laboratoire : coordination et validation des essais ; gestion des rapports - Opérateur de laboratoire : exécution des essais ; et suivi de conformité - (Aide Laborantins) : prélèvements et préparations des échantillons pour essais
Moyens matériels	- Prélèvements : sacs, pelles, pioches. - Deux séries de tamis d'ouverture variante (80 microns à 80 mm) ; - Appareillage complet d'essai de limite d'Atterberg manuel *:* Casagrande, coupelle lisse et rugueuse, plaques en marbres, outil a rainure, spatule flexible langue de chat - Appareillage d'essai de bleu de méthylène *;* - Des balances (600 g ,10kg, 16kg ,30kg et 150 kg) *;* - Des moules Proctor et CBR *;* - Équipement d'extractions de bitume (Kumagawa) *;* - Équipement de l'essai de plaque ; - Une carotteuse *;* - Équipement de prélèvement de bétons (moules cylindriques et cubiques, cône d'Abrahams, vibreur) - Outils informatiques : Excel, logiciels de suivi et de gestion des essais.
Moyens logistiques	- 01 VL (véhicule de liaison) : mobilité rapide entre chantiers. - 01 VU (véhicule utilitaire) : transport des échantillons ; - 01 camion de déflexion (6 roues, 13T) : mesures de déflexion et essais de plaques ; - Réseau interne de communication pour la transmission rapide des résultats.
Garantie qualité	Coordination entre terrain et laboratoire central, traçabilité des essais, calibration régulière des équipements.

I.3 Présentation de la zone d'étude

I.3.1 Localisation géographique

La route RKKK relie Karakoro à Kouroukounan par Komborodougou sur 40 km au nord de la Côte d'Ivoire (régions Poro et Hambol). Classée trafic T3 [1], elle traverse une zone potentiellement en agriculture (anacarde, maïs, riz, igname) et alimente les périmètres de la SUCAF-CI. La figure 2 présente la localisation et la situation de notre projet d'étude.

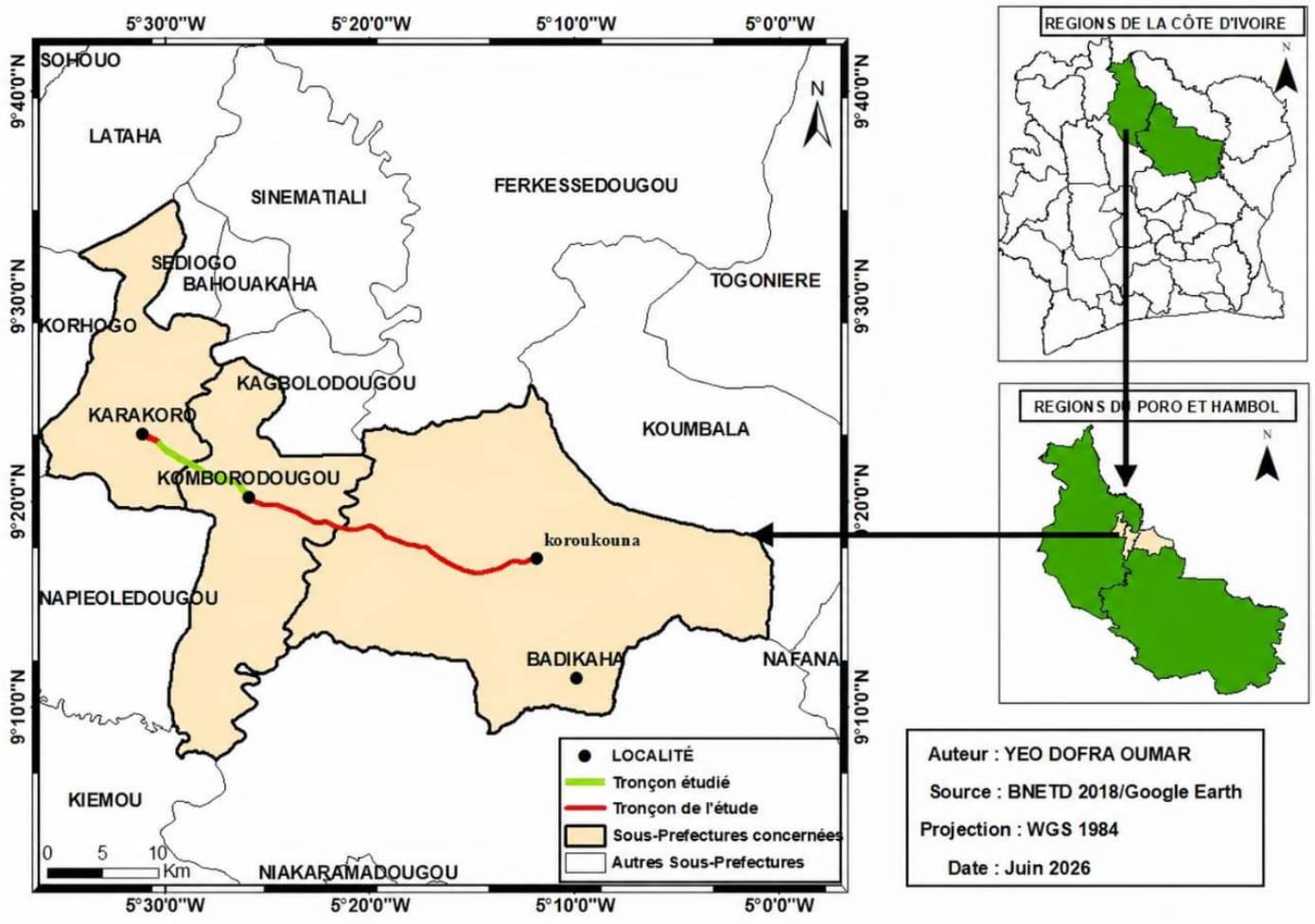


Figure 2: Localisation de la zone d'étude dans les régions du Poro et du Hambol Source : BNEDT (2018) / Google Earth, projection WGS 1984

I.3.2 Cadre physique et environnemental

La zone d'étude est située dans la région des Savanes, caractérisée par un relief globalement peu accidenté et un climat tropical marqué par une saison des pluies et une saison sèche. La végétation est dominée par une savane arborée, tandis que le réseau hydrographique est constitué de cours d'eau temporaires et de bas-fonds qui peuvent être inondés en période

pluvieuse. Ces conditions environnementales influencent directement les travaux routiers, notamment par les variations de la teneur en eau des matériaux et les risques de dégradation liés aux infiltrations. Elles justifient une attention particulière à la gestion des eaux de ruissellement et au drainage de la chaussée.

I.3.3 Cadre géologique et géotechnique de la Côte d'Ivoire

La zone d'étude appartient au socle précambrien protérozoïque, constitué principalement de granites, de migmatites et de formations latéritiques qui servent de matériaux de construction des chaussées. Toutefois, certains secteurs sont occupés par des bas-fonds hydromorphes présentant des caractéristiques géotechniques moins favorables. D'après la carte géotechnique de la Côte d'Ivoire (Figure 3), le tronçon étudié est situé dans la région géotechnique R5. Cette unité est caractérisée par une variabilité des formations superficielles, nécessitant une reconnaissance géotechnique rigoureuse ainsi qu'un dimensionnement adapté de la chaussée et du système de drainage afin d'assurer la durabilité de l'infrastructure.

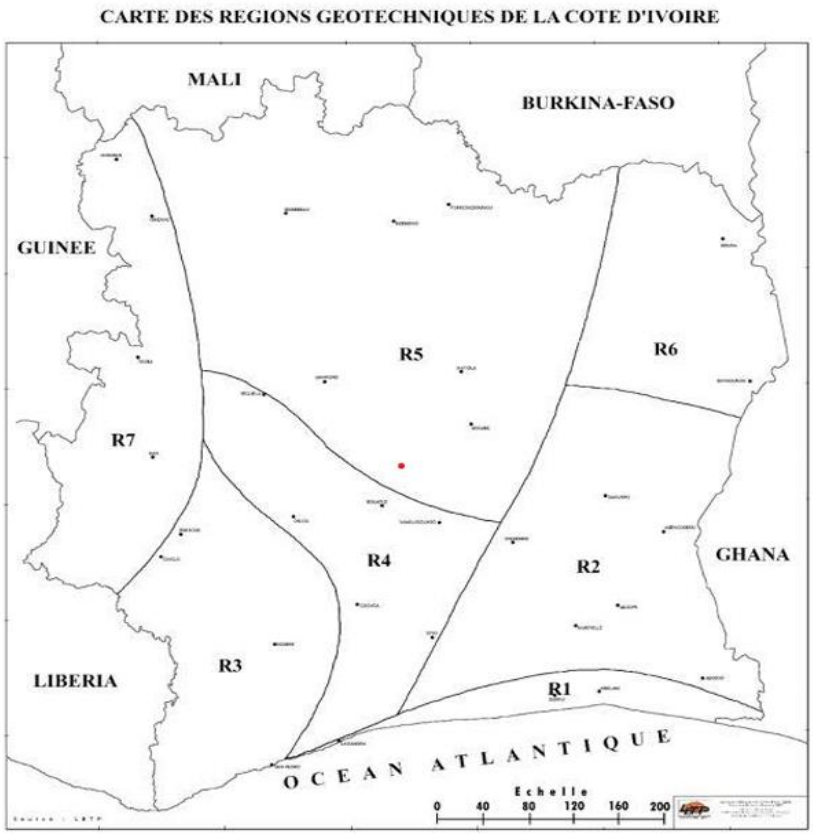


Figure 3 : Carte géotechnique de la Côte d'Ivoire

I.3.4 Cadre socio-économique

L'agriculture est un des principaux moteurs de l'économie locale. L'agriculture emploie environ 45 % de la population active et contribue à hauteur de 14 % au PIB national [2]. Dans ce sens, l'aménagement et le bitumage de la route devrait améliorer de façon nette l'accessibilité des zones de production, faciliter le transport des produits agricoles vers les marchés et renforcer l'accès des populations aux services sociaux de base.

I.4 Présentation Du Projet

I.4.1 Contexte général

Le projet d'aménagement et de bitumage de la route Karakoro-Komborodougou-Kouroukouna (RKKK) s'inscrit dans la stratégie nationale ivoirienne de modernisation et de densification du réseau routier revêtu, comme prévu par le Plan National de Développement (PND) et le Programme d'Investissement Routier (PRI).

La route RKKK fait 40 kilomètres, elle est de classe T3 [1] et relie les zones très agricoles des régions du Por et du Hambol au nord de la Côte d'Ivoire.

Le sol de cette zone est formé de sols latéritiques d'âge précambrien dont la résistance est variable. Le climat de la région est soudanien. Les précipitations annuelles varient de 1 000 à 1 200 mm. Le sol et le climat imposent des contraintes techniques pour la conception et la pose des couches de la chaussée. La route RKKK passe également dans des zones agricoles stratégiques, notamment les périmètres de la SUCAF CI.

Le franchissement par la route RKKK des zones agricoles renforce l'importance socio-économique de cette route pour tous les acteurs de la sous-région. Le tronçon étudié dans le cadre de ce mémoire s'étend du PK 02 au PK 10, soit huit kilomètres sur les quarante kilomètres du projet.

I.4.2 Justification de l'étude

En Afrique subsaharienne, et plus particulièrement en Côte d'Ivoire, les dégradations prématurées de certaines chaussées bitumées constituent une préoccupation récurrente pour les gestionnaires routiers. Sur certains projets, des fissures, des déformations permanentes, des bosses ou des nids-de-poule apparaissent quelques mois ou quelques années après la mise en

service, entraînant une augmentation des coûts d'entretien et une réduction de la durée de vie des infrastructures. Plusieurs études consacrées aux chaussées en milieu tropical d'Afrique de l'Ouest [3] montrent que ces pathologies sont souvent associées à des insuffisances dans la mise en œuvre et le contrôle qualité, notamment un compactage insuffisant, un dosage inadéquat du liant, l'utilisation de matériaux non conformes ou un suivi de chantier insuffisamment rigoureux.

Dans ce domaine, le contrôle qualité des matériaux et de la mise en œuvre revêt une importance technique majeure, le contrôle qualité relie les exigences du Cahier des Clauses techniques particulières au comportement réel de la chaussée en service [4]. Un contrôle efficace détecte les non-conformités avant la réception, les corrige et alimente un retour d'expérience indispensable pour améliorer les pratiques des prochains chantiers.

La route RKKK offre un bon champ d'études, le chantier est tout récent, la structure comprend cinq couches, dont une couche de base stabilisée au ciment à 3 % ; La documentation des essais comprend plus de 250 procès-verbaux de laboratoire et plus de 350 mesures in situ. L'étude porte sur le périmètre compris entre PK 02 et PK 10.

L'analyse de l'efficacité du dispositif de contrôle qualité mis en place est rendue possible grâce à la route RKKK, au chantier, à la structure, à la documentation et au périmètre. Cette étude vise principalement à savoir si le dispositif de contrôle qualité mis en place par SCORE BTP sur la route RKKK permet de garantir que les matériaux utilisés et la manière dont ils sont mis en œuvre respectent bien les exigences du CCTP [4]. Cette question principale fait l'objet de trois questions annexes :

- Question subsidiaire 1 : les résultats des essais de laboratoire et le contrôle in situ (CBR, granulométrie, limites d'Atterberg, essais Marshall, compacité, essai de plate, déflexion) respectent-ils les seuils du CCTP pour chaque couche de la structure ?
- Question subsidiaire 2 : Quelles sont les zones à risque de non-conformité identifiée à partir de l'analyse de la fréquence des essais, des insuffisances de contrôle et des pathologies observées ?
- Question subsidiaire 3 : Quelles recommandations formuler pour améliorer le dispositif de contrôle ?

I.4.3 Cadre scientifique de l'étude

Cette étude relève du domaine du génie civil routier et fait appel à des concepts de géotechnique routière, de contrôle qualité des matériaux et de mécanique des chaussées. Elle s'appuie notamment sur les normes NF P 94, NF EN 12697, le Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux du CEBTP (1984) [3] ainsi que sur les principes de management de la qualité de l'ISO 9001 [5].

Le guide du CEBTP est une référence majeure pour la conception et l'évaluation des chaussées en milieu tropical. Les essais effectués dans le cadre de cette étude ont été réalisés selon les normes en vigueur, notamment pour la détermination du CBR, du Proctor Modifié, de la densité en place, de l'essai de plaque et de la déflexion Benkelman.

La méthode utilisée consiste à confronter les exigences du CCTP avec les résultats obtenus sur le chantier. Les résultats des essais en laboratoire et des contrôles sur le terrain sont examinés pour déterminer le degré de conformité des différentes couches de chaussée et l'efficacité globale du système de contrôle qualité.

La durabilité d'une chaussée dépend largement des caractéristiques des matériaux utilisés et de la qualité de leur mise en œuvre. Des paramètres tels que la plasticité, la teneur en fines et le compactage ont une influence directe sur le comportement de la structure sous l'action du trafic et des conditions climatiques.

I.4.4 Objectif général de l'étude

L'objectif général de cette étude est d'évaluer l'efficacité du contrôle qualité des matériaux et de la mise en œuvre lors des travaux d'aménagement et de bitumage de la route Karakoro-Komborodougou-Kouroukounan (RKKK), à travers l'analyse de la conformité des essais.

I.4.5 Objectifs spécifiques

Pour arriver à cette fin, les objectifs spécifiques suivants ont été fixés :

Objectif spécifique 1 (OS1)

Analyser la conformité des résultats des essais de laboratoire et des contrôles in situ réalisés sur les différentes couches de la chaussée, en les comparant aux exigences du Cahier des Clauses techniques particulières.

Objectif spécifique 2 (OS2)

Évaluer les risques de non-conformité de la chaussée à partir de l'analyse de la fréquence des essais réalisés, des zones insuffisamment contrôlées et des pathologies observées.

Objectif spécifique 3 (OS3)

Formuler des recommandations techniques visant à améliorer le dispositif de contrôle qualité et à renforcer la durabilité des ouvrages routiers similaires en Côte d'Ivoire.

I.4.6 Diagnostic et État des lieux

Avant les travaux d'aménagement et de bitumage, la route Karakoro-Komborodougou-Kouroukouna se présentait sous la forme d'une piste en terre latéritique fortement dégradée. Les observations réalisées sur le terrain ont mis en évidence plusieurs désordres affectant la circulation et compromettant la pérennité de l'infrastructure.

La **Figure 4** montre un orniérage prononcé accompagné de sillons longitudinaux, résultant principalement du passage répété des poids lourds sur une chaussée insuffisamment drainée. Ces déformations favorisaient la stagnation de l'eau dans les ornières, accéléraient la dégradation de la surface de roulement et réduisaient le confort ainsi que la sécurité des usagers.

La **Figure 5** met en évidence une déformation de la piste avec des zones ravinées et des traces d'érosion longitudinale. Ces désordres traduisent l'action du ruissellement des eaux sur une chaussée dépourvue de dispositifs de drainage efficaces, entraînant une perte progressive de matériau et une diminution de la portance de la plateforme.

Comme l'illustre la **Figure 6**, plusieurs sections présentaient des affaissements localisés et des cavités sur les accotements. Ces dégradations sont caractéristiques d'une érosion progressive des bords de chaussée sous l'effet des eaux de ruissellement et de l'absence d'entretien, ce qui fragilisait la stabilité de la plateforme.

Enfin, la **Figure 7** montre la présence d'eau stagnante sur la chaussée à la suite d'un épisode pluvieux. Cette situation traduit une évacuation insuffisante des eaux de surface, liée à l'absence ou à l'inefficacité des fossés latéraux et à une pente transversale insuffisante. L'humidification prolongée de la plateforme favorisait la perte de portance des matériaux et accélérait l'apparition de nouvelles dégradations.



Figure 5 : sondage sous chaussée PK 33 (Traversée de SUCAF)



Figure 4 : Traces profondes d'orniérage



Figure 6 : Début d'ornières et déformation longitudinale



Figure 7 : Érosion de la chaussée et Nids-de-poule profonds

Dans l'ensemble, ces désordres rendaient la circulation particulièrement difficile pendant la saison des pluies, augmentaient les coûts d'exploitation des véhicules, allongeaient les temps de parcours et pouvaient entraîner l'isolement temporaire de certaines localités. Ce diagnostic met en évidence le rôle déterminant d'un drainage efficace et d'une mise en œuvre conforme des différentes couches de chaussée pour assurer la durabilité de l'infrastructure.

II.4.7 Périmètre de l'étude et données collectées

L'étude porte sur le tronçon PK 02+000 à PK 10+000 de la route Karakoro-Komborodougou-Kouroukounan (RKKK), soit 8 km des 40 km que compte le projet. Ce choix se justifie par la disponibilité complète des procès-verbaux d'essais de laboratoire, des résultats des contrôles in situ et des observations de terrain sur cette section.

La structure de chaussée étudiée comprend une partie supérieure de terrassement (PST) en matériaux schisteux de 30 cm, une couche de forme en matériau argileux peu graveleux de 20

cm, une couche de fondation en graveleux latéritique de 20 cm, une couche de base en graveleux latéritique traitée au ciment à 3 % sur 18 cm, une couche de liaison assurant la transition entre la base et la couche de roulement, puis une couche de roulement en béton bitumineux 0/10 de 5 cm.

Les données exploitées proviennent des procès-verbaux d'essais du laboratoire de SCORE BTP, du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) [4] et des observations réalisées sur le terrain. Au total, plus de 250 procès-verbaux d'essais de laboratoire et 350 mesures de contrôle in situ ont été analysés afin d'évaluer l'efficacité du dispositif de contrôle qualité. La Figure 8 présente la coupe transversale type de la structure de chaussée étudiée.

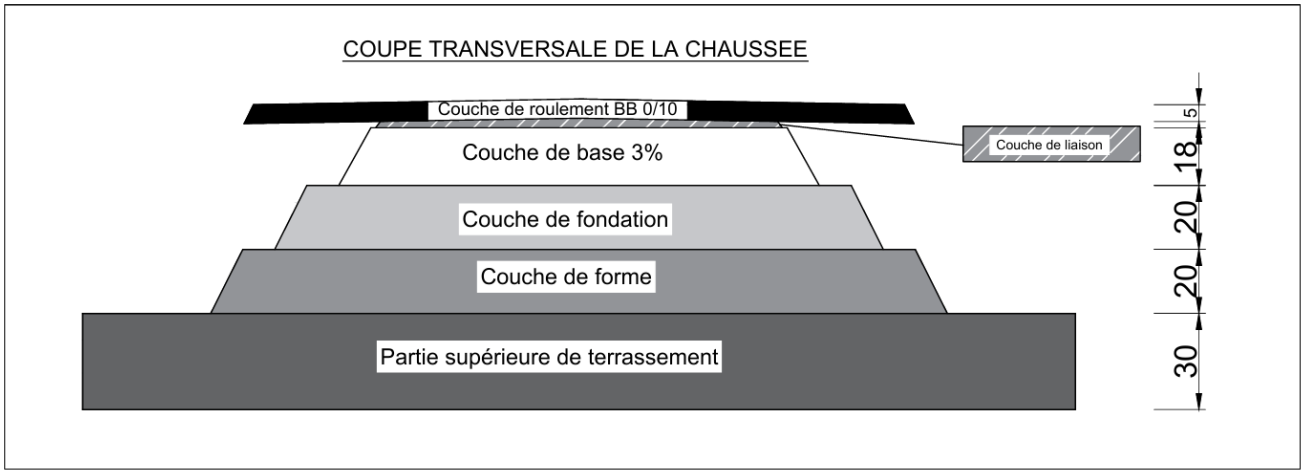


Figure 8: Coupe transversale de la chaussée

I.5 Conclusion partielle

Ce chapitre a permis de situer le projet routier RKKK dans son contexte technique et de présenter la structure de chaussée étudiée, composée de cinq couches allant de la partie supérieure de terrassement à la couche de roulement en béton bitumineux. Il a également précisé le cadre scientifique de l'étude, fondé sur les normes géotechniques applicables, le guide CEBTP (1984) et les principes de management de la qualité de l'ISO 9001, ainsi que la nature et le volume des données mobilisées : plus de 250 procès-verbaux d'essais de laboratoire et 350 mesures de contrôle in situ. Ces éléments constituent le socle sur lequel repose la méthodologie d'analyse présentée au chapitre suivant.

Chapitre II : MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

II.1 Introduction partielle

La méthodologie mise en œuvre pour estimer l'efficacité du contrôle qualité des matériaux et de leur mise en œuvre sur la route RKKK entre les stations PK 02 et PK 10 est présentée dans ce chapitre. Il détaille les données enregistrées, les expérimentations effectuées ainsi que les procédés d'analyse employés. Elle est fondée sur les dispositions du CCTP [4], des normes techniques applicables et du guide CEBTP (1984) [3], Guide de conception et de réalisation des chaussées en milieu tropical, sur la théorie du management par la qualité : ISO 9001 [5].

II.2 Essais réalisés et normes appliquées

Les essais choisis se divisent en deux catégories : les essais de laboratoire, qui permettent de caractériser les matériaux avant leur mise en œuvre, et les essais in situ, effectués pour contrôler les performances obtenues après compactage. Le Tableau 3 indique les divers essais réalisés lors de l'étude, les normes de référence correspondantes, les couches visées et les paramètres étudiés. Ces essais ont été retenus parce qu'ils correspondent directement aux exigences explicites du CCTP pour chacune des couches de chaussée et qu'ils couvrent les paramètres géotechniques déterminants pour sa tenue en service : portance (CBR), plasticité, teneur en fines, compacité, capacité portante (essai de plaque) et déflexion caractéristique.

Tableau 3 : Essais de laboratoire et in situ retenue pour l'étude

Type d'essai	Norme	Couche(s) concernée(s)	Paramètre	Seuil CCTP
Proctor Modifié	NF P 94-093 [6]	PST, forme, fondation, base	γd max (t/m^3), Wopt (%)	-
CBR après immersion	NF P 94-078 [7]	PST, Forme, Fondation, Base	CBR à 95% OPM	15 à 120 %
Granulométrie	NF EN 12697-2 [8]	Couche de roulement	% passants	Fuseau CCTP

Type d'essai	Norme	Couche(s) concernée(s)	Paramètre	Seuil CCTP
Granulométrie	NF EN ISO 17892-4 [9]	Toutes les autres couches granulaires	% passantes	≤ 20 à 30 (%)
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12 [10]	Toutes couches granulaires	IP	≤ 20 à 30 (%)
Extraction bitume	NF EN 12697 -1/2 [11] / [12]	Couche de roulement	Teneur en liant	5,4 ± 0,5 (%)
Essai Marshall	NF EN 12697-34 [13]	Couche de roulement	Stabilité, fluage	≥ 1000 kg ; ≤ 4 mm
Pesée hydrostatique	NF EN 12697-6 [14]	Couche de roulement	IC carotte	IC ≥ 94 (%)
Densimétrie au sable	NF P 94-061-3 [15]	PST, Forme, Fondation, Base stabilisée	Ic in situ	Ic ≥ 95 (%) OPM
Essai de plaque	NF P 94-117-1 [16]	PST, Couche de forme	EV2, K = EV2/EV1	EV2 ≥ 50 MPa ; K ≤ 2,2
Déflexion Benkelman	NF P 98-200-2 [17]	Toutes couches	D90	60 à 110/100e mm

Ic : Indice de compacité ; IC : Indice de compacité carotte ; K : Rapport de module ; IP : Indice de Plasticité ; D90 : Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm) ; EV1 : Module de déformation au premier cycle de chargement ; EV2 : Module de déformation au second cycle de chargement

Les critères de déflexion Benkelman varient en fonction des couches de la chaussée. Le tableau 4 donne les seuils applicables à chacune d'elles.

Tableau 4 : Seuils de déflexion D90 par couche de la route RKKK (trafic T3)

Couche	Seuil D90 (1/100e mm)	Norme	Justification
PST et Couche de forme	D90 ≤ 110	NF P 98-200-2 [17] / CCTP [4]	Sol support de faible portance admissible
Couche de fondation	D90 ≤ 90		Support direct des couches liées
Couche de base stabilisée	D90 ≤ 70		Couche structurante principale
Couche de roulement BB 0/10	D90 ≤ 60		Chaussée terminée, trafic T2

II.3 Méthode d'évaluation de la conformité

Pour chaque couche et chaque type d'essai, le taux de conformité est calculé grâce à la formule suivante :

$$\text{Taux (\%)} = \frac{\text{Nombre d'essais conformes}}{\text{Nombre total d'essais}} \times 100. \quad (1)$$

Un faible taux de conformité peut résulter soit d'une non-conformité des résultats, soit d'une couverture insuffisante des contrôles en raison d'essais manquants. Cette distinction est approfondie au chapitre IV. Les résultats sont jugés conformes lorsqu'ils satisfont aux exigences du CCTP. Les taux de conformité obtenus servent ensuite à évaluer la performance du contrôle qualité à l'aide d'une grille de qualification inspirée de l'approche d'amélioration continue de l'ISO 9001 : 2015 [5], présentée au Tableau 5.

Tableau 5 : Grille d'évaluation des taux de conformité

Taux de conformité (ISO 9001)	Catégorie	Interprétation
≥ 90 %	Efficace	Le contrôle couvre suffisamment le linéaire
75 - 89 %	Acceptable, mais perfectible	Des défaillances ponctuelles existent sans invalider le système
60 - 74 %	Faiblement performant	Des défaillances significatives sont identifiées
< 60 %	Insuffisant	Le dispositif ne garantit pas un suivi fiable de la qualité

On compare également la fréquence des essais réalisés aux prescriptions du CCTP afin de vérifier la couverture du contrôle qualité.

II.4 Démarche globale et articulation des chapitres

La méthodologie choisie se décline en trois étapes, depuis la collecte des données jusqu'à la rédaction des recommandations. La figue 9 résume les principales étapes relatives à l'étude et leur concordance avec les objectifs spécifiques déterminés ainsi qu'avec les chapitres du mémoire.

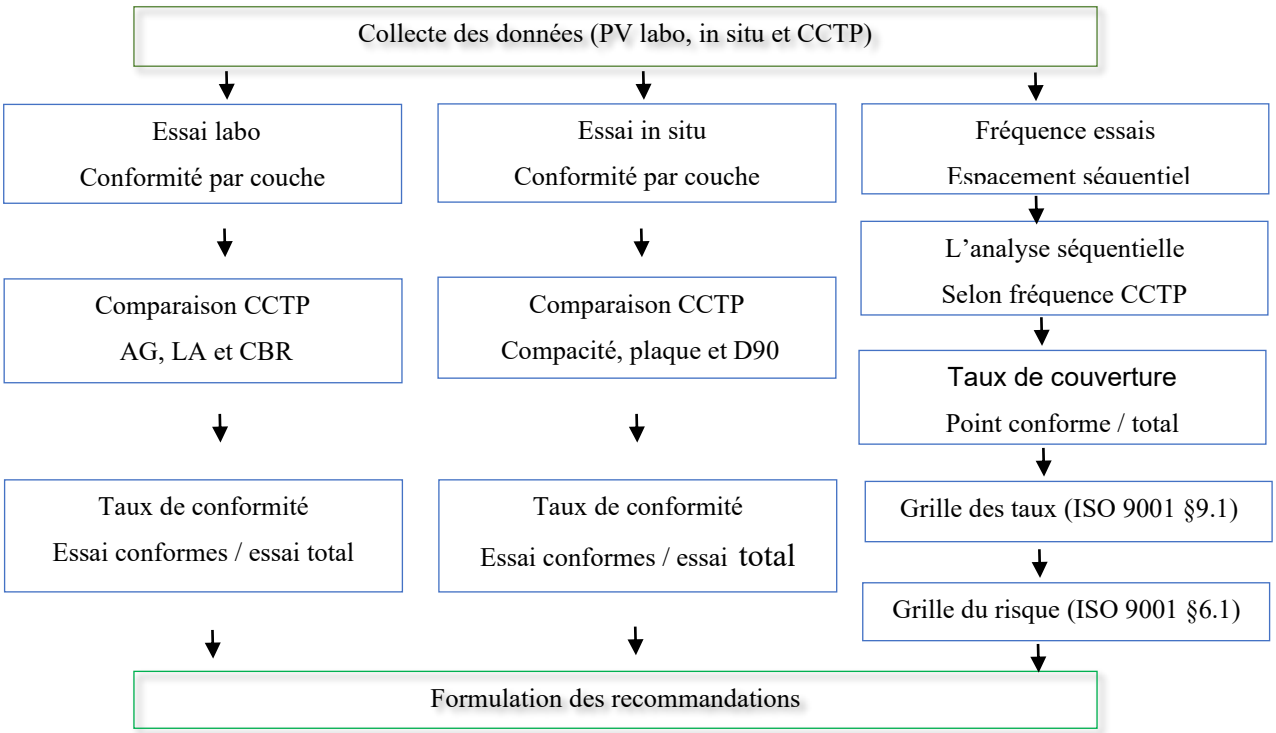


Figure 9: Démarche de la méthodologie

La démarche méthodologique adoptée pour cette étude est présentée à la Figure 9. Elle s'articule autour de trois étapes complémentaires : la collecte des données, leur analyse et l'interprétation des résultats. Les données exploitées proviennent des procès-verbaux d'essais de laboratoire, des contrôles réalisés in situ, des observations de terrain et des exigences du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).

L'analyse repose sur trois axes complémentaires : l'évaluation de la conformité des essais de laboratoire, l'évaluation de la conformité des contrôles in situ et l'analyse de la fréquence des essais à l'aide de la méthode d'espacement séquentiel. Les résultats obtenus sont ensuite croisés afin d'évaluer l'efficacité du dispositif de contrôle qualité, d'identifier les zones à risque et de confronter ces dernières aux pathologies observées sur le tronçon étudié.

Cette démarche permet d'apprécier non seulement la conformité des matériaux et de leur mise en œuvre, mais également la représentativité du dispositif de contrôle qualité au regard des exigences du CCTP. Les analyses sont exclusivement fondées sur les procès-verbaux d'essais du laboratoire SCORE BTP, les contrôles réalisés sur chantier et les observations de terrain. Elles sont limitées au tronçon PK 02+000 à PK 10+000, pour lequel la documentation disponible est complète et suffisamment fiable pour garantir la pertinence des résultats.

II.5 Conclusion partielle

La méthodologie retenue repose sur une démarche progressive articulée autour de trois axes complémentaires : la conformité des essais de laboratoire, la conformité des contrôles in situ et l'analyse de la fréquence des essais par la méthode d'espacement séquentiel. Cette approche, fondée sur les référentiels techniques applicables aux travaux routiers en milieu tropical et sur les principes d'amélioration continue de l'ISO 9001 :2015, permet de dépasser une simple évaluation de conformité pour caractériser la représentativité effective du dispositif de contrôle qualité.

En croisant ces trois axes, la méthodologie développée dans ce mémoire permet d'identifier non seulement les couches et paramètres présentant des non-conformités, mais aussi les zones du tronçon insuffisamment documentées, qui échapperaient à une analyse fondée sur les seuls résultats d'essais. Cette double lecture constitue l'apport méthodologique du chapitre et fonde l'analyse des résultats présentée dans les chapitres suivants.

Chapitre III : CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX IDENTIFIÉS EN LABORATOIRE ET PARAMÈTRES MESURÉS IN SITU LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

III.1 Introduction partielle

Dans ce chapitre, sont présentés les résultats du contrôle qualité réalisés sur le tronçon PK 02+000 à PK 10+000 de la route RKKK. L'analyse porte à la fois sur les essais de laboratoire et sur les contrôles effectués lors de la mise en œuvre, en les comparant aux exigences du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), présentées en *ANNEXE 1*. Tout point pour lequel aucun résultat d'essai n'est disponible est considéré comme non conforme, en raison de l'absence de justification documentaire. Les résultats détaillés des essais sont également présentés en *ANNEXE 1*.

III.2 Caractéristiques Des Matériaux Identifies En Laboratoire

III.2.1 Partie supérieure de terrassement

III.2.1.1 Contexte et exigences

La partie supérieure de terrassement (PST) forme la couche de fondation de la structure de chaussée. Il est essentiel qu'elle soit de bonne qualité pour assurer une bonne répartition des charges et garantir la stabilité de la structure. En accord avec les exigences du CCTP, elle doit avoir un indice CBR après immersion de quatre jours à 95 % de l'OPM supérieur ou égal à 15 %.

III.2.1.2 Résultats et bilan de conformité

L'analyse des 38 procès-verbaux disponibles montre une diversité des matériaux rencontrés sur le tronçon étudié, constitué principalement de latérites schisteuses, de graveleux latéritiques et de sables argileux. Cette variabilité se traduit par des valeurs de CBR à 95 % de l'OPM varie de 12 % à 51 % avec un écart de 9,85, des densités sèches de 1,767 à 2,14 t/m³ avec écart de 0,09 et des teneurs en eau optimales compris entre 7,76 % et 17,90 % avec un écart de 2,42.

Le Tableau 6 montre le bilan de conformité des principaux paramètres analysés. Les résultats des 38 procès-verbaux sont regroupés dans l' ANNEXE 1, Tableau 32.

Tableau 6: Bilan de conformité de la partie supérieure de terrassement (38 PV).

Paramètre	Seuil CCTP	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Conformité
CBR à 95% OPM et 96h immersion (NF P 94-078 [7]**) en (%)**	≥ 15	12	51	24,1	9,85	32/38 soit 84,21 %
γd max (NF P 94-093 [6]**) en (t/m3)**	-	1,767	2,14	1,97	0,09	-
Wopt (NF P 94-093 [6]**) en (%)**	-	7,76	17,9	12,8	2,42	-

CBR : California Bearing Ratio ; γd max : Densité sèche maximale à l'Optimum Proctor Modifié ; Wopt : Teneur en eau optimale à l'OPM (%).

Sur les 38 points de contrôle répertoriés, 32 présentent un CBR supérieur ou égal à 15 %, soit un taux de conformité de 84,21 %. Cinq points ne sont pas conformes : les PK 1+950 (14 %), 3+720 (14 %), 6+000 à 6+200 (12 %), 6+650 (14 %) et 6+820 (12 %) où les matériaux schisteux altérés n'ont pas de portance suffisante. Aucun essai n'a été réalisé au PK 5+880 par ailleurs et conformément à la méthodologie retenue, ce point est considéré comme non conforme.

Conformément aux recommandations du CEBTP (1984) [3], les matériaux présentant une portance insuffisante ou des caractéristiques géotechniques incompatibles avec les exigences de la plateforme doivent être excavés et remplacés par un matériau apte à assurer la stabilité de la chaussée. Ainsi, les sections où les essais ont révélé un CBR inférieur aux exigences du CCTP ont fait l'objet d'une purge sur une épaisseur de 0,60 m, puis ont été reconstituées avec un matériau schisteux conforme répondant aux critères géotechniques requis.

III.2.2 Couche de forme

III.2.2.1 Contexte et exigences

La couche de forme est en graveleux latéritique sur 30 cm d'épaisseur. Elle fait le lien entre le sol support et les couches supérieures de la chaussée. Elle doit respecter le CCTP, avoir un

CBR ≥ 20 %, un indice de plasticité ≤ 30% et une teneur en fines ≤ 30 %. L'analyse porte pour 44 PV de la section de PK 2+000 à PK 10+020.

III.2.2.2 Résultats et bilan de conformité

Le tableau 7 présente le bilan de conformité pour les cinq paramètres de réception. Le détail des 44 PV figure en Annexe1, Tableau 33.

Tableau 7: Bilan de conformité de la couche de forme (44 PV).

Paramètre	Seuil CCTP	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Conformité
CBR à 95% OPM et 96h immersion (NF P 94-078 [7]) en (%)	≥ 20	14	44	27,45	6,98	40/44 soit 90,90 %
γd max (NF P 94-093 [6]) en (t/m3)	-	1,65	2,26	2	0,12	-
Wopt (NF P 94-093 [6]) en (%)	-	8,4	22,55	12,6	2,83	-
IP (NF EN ISO 17892-12 [10]) en (%)	≤ 30	14	31	21,65	3,38	40/44 soit 90,90 %
Fines < 80 µm (NF EN ISO 17892-4 [9]) en (%)	≤ 30	20	57	28,27	7,19	38/44 soit 86,36 %

CBR : California Bearing Ratio ; γd max : Densité sèche maximale à l'Optimum Proctor Modifié ; Wopt : Teneur en eau optimale à l'OPM (%) ; IP : Indice de Plasticité.

Le taux de conformité du CBR est de 90,9 % (40 PV conformes sur 44). Quatre points ne sont pas conformes : les PK 2+000 et 5+020 n'ont aucune valeur de CBR, et les PK 7+720 et 10+020 ont respectivement des CBR de 16 % et 14 %, soit des valeurs inférieures au seuil requis. Ces faibles performances sont liées à la présence de matériaux schisteux, notamment au PK 10+020 où la forte teneur en fines et la faible densité sèche (1,65 t/m³) traduisent une portance insuffisante.

L'indice de plasticité est conforme aux exigences, dans 40 cas sur 44 soit un taux de conformité de 90,91 %. Un seul dépassement est observé au PK 7+720, avec un IP de 31 %, légèrement au-dessus du seuil fixé. Aucun essai n'a, par ailleurs, été effectué aux PK 2+540, 4+420 et 10+020 et, conformément à la méthodologie retenue, ils sont considérés comme non conformes.

Dans 38 cas sur 44, soit 86,36 %, la teneur en fines est conforme. Les dépassements ont lieu aux points kilomètre suivants : PK 5+520 (31%), PK 6+220 (44%), PK 7+720 (50%) et PK 10+020 (57%). Aux PK 2+540 et PK 5+020, aucune valeur n'est indiquée.

Ces anomalies n'ont fait l'objet d'aucune correction, les sections concernées sont donc considérées comme des zones de vigilance.

III.2.3 Couche de fondation

III.2.3.1 Contexte et exigences

La couche de fondation est faite en graveleux latéritique d'une épaisseur de 20 cm. Elle assure la distribution des charges aux couches sous-jacentes. Le CCTP exige qu'elle présente un CBR ≥ 30%, un indice de plasticité ≤ 20% et une teneur en fines ≤ 20 %. L'analyse porte sur 42 procès-verbaux sur le tronçon PK 1+920 à PK 10+020.

III.2.3.1 Résultats et bilan de conformité

Le tableau 8 présente le bilan statistique de la couche de fondation. Le détail des 42 PV figure en Annexe, Tableau 34.

Tableau 8 : Bilan de conformité de la couche de fondation (42 PV).

Paramètre	Seuil CCTP	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Conformité
CBR à 95% OPM et 96h immersion (NF P 94-078 [7]**) en (%)**	≥ 30	30	61	35,67	6,58	42/42 soit 100 %
γd max (NF P 94-093 [6]**) en (t/m3)**	Référence OPM	1,96	2,21	2,07	0,06	-
Wopt (NF P 94-093 [6]**) en (%)**	Référence OPM	8,65	14,7	10,99	1,57	-
IP (NF EN ISO 17892-12 [10]**) en (%)**	≤ 20	11	21	17,47	2,17	41/42 soit 97,62 %
Fines < 80 µm (NF EN ISO 17892-4 [9]**) en (%)**	≤ 20	11	22	17,79	2,49	36/42 soit 85,71 %

*CBR : California Bearing Ratio ; γd max : Densité sèche maximale à l'Optimum Proctor Modifié ; Wopt **:** Teneur en eau optimale à l'OPM (%) ; IP : Indice de Plasticité.*

Les 42 points contrôlés ont un CBR supérieur ou égal à 30 %, soit un taux de conformité de 100 %. Les valeurs sont comprises entre 30 % et 61 %. Cependant, les résultats obtenus aux PK 4+720 (30 %), 5+320 (30 %), 8+420 (30 %) et 9+920 (31 %), proches du seuil minimal requis, constituent des points d'attention.

L'indice de plasticité est conforme dans 41 cas sur 42, soit un taux de conformité de 97,62 %. On n'a effectué aucun essai au PK 5+760 ; ce point est considéré comme non conforme conformément à la méthodologie adoptée.

Sur 42 cas examinés, la teneur en fines est conforme dans 36 cas, soit un taux de conformité de 85,71 %. Il n'y a aucun résultat aux PK 2+380, 2+440, 5+760 et 9+920. On observe deux dépassements du seuil aux PK 2+820 (21 %) et 2+920 (22 %). On n'a pas rectifié ces parties, qui demeurent surveillées.

III.2.4 Matériau mis en place avant stabilisation (couche de base)

III.2.4.1 Contexte et exigences

Le matériau mis en place avant stabilisation est constitué par de la graveleuse latéritique. En application du CCTP, il doit avoir un CBR au moins égal à 30 %, un indice de plasticité au plus égal à 20 % et une teneur en fines au plus égale à 20 %. L'analyse porte sur 39 procès-verbaux sur le tronçon PK 2+050 à PK 10+020.

III.2.4.2 Résultats et bilan de conformité

Le bilan de conformité de la couche de base non stabilisée est présenté dans le tableau 9. Vous trouverez en Annexe 1 le détail des 39 PV Tableau 35

Tableau 9: Bilan de conformité matériau mis en place avant stabilisation (39 PV).

Paramètre	Seuil CCTP	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Conformité
CBR à 95% OPM et 96h immersion (NF P 94-078 [7]**) en (%)**	≥ 30	19	68	38,08	8,43	36/39 soit 92,31%
γd max (NF P 94-093 [6]**) en (t/m^3)**	Référence OPM	1,97	2,23	2,09	0,07	-

Paramètre	Seuil CCTP	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Conformité
Wopt (NF P 94-093 [6]**) en (%)**	Référence OPM	7,1	13,70	9,74	1,5	-
IP (NF EN ISO 17892-12 07/2018 [10]**) en (%)**	≤ 20	14	20	17,08	1,4	38/39 soit 97,44 %
Fines < 80 µm (NF EN ISO 17892-4 01/2018 [9]**) en (%)**	≤ 20	16	34	19,05	3,29	36/39 soit 92,31 %

CBR : California Bearing Ratio ; γd max : Densité sèche maximale à l'Optimum Proctor Modifié ; Wopt : Teneur en eau optimale à l'OPM (%) ; IP : Indice de Plasticité.

Sur les 39 points contrôlés, 36 ont un CBR supérieur ou égal à 30 % soit un taux de conformité de 92,31 %. On observe des non-conformités aux PK 3+220 (27 %), PK 5+820 (19 %) et PK 6+220 (23 %), qui est inférieur au seuil 30 %

L'indice de plasticité est conforme pour tous les essais effectués. Un seul point de contrôle, le PK 3+620, n'a pas de résultat.

Sur 39 cas, la teneur en fines est conforme dans 36. Les dépassements ont lieu aux PK 3+820 (28 %), PK 5+820 (24 %) et PK 9+620 (34 %). Ces sections n'ont fait l'objet d'aucune correction et sont des zones de vigilance.

III.2.5 Couche de base stabilisée au ciment 3%

III.2.5.1 Contexte et principe

La couche de base stabilisée est l'élément principal supportant la chaussée. Elle est faite à partir de graveleux latéritique traité au ciment à la dose de 3 % en masse de matériau sec. Ce traitement rend la fibre plus flottante et moins sensible à l'eau. Le CCTP prévoit que le matériau doit avoir un CBR au moins égal à 120 % après trois jours de cure à l'air et quatre jours d'immersion. L'analyse porte sur 22 procès-verbaux pour l'ensemble du linéaire traité.

V.2.5.2 Résultats et bilan de conformité

Le tableau 10 présente les résultats statistiques relatifs à la couche de base stabilisée. L'annexe 1 indique les 22 PV en détail Tableau 36

Tableau 10 : Bilan de conformité de la couche de base stabilisée (22 PV).

Paramètre	Seuil CCTP	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Conformité
CBR à 95% OPM et 96h immersion (NF P 94-078 [7]**) en (%)**	≥ 120	127	194	156,1	20,12	22/22 soit 100 %
γd max (NF P 94-093 [6]**) en (t/m3)**	Référence OPM	2,03	2,19	2,09	0,05	-
Wopt (NF P 94-093 [6]**) en (%)**	Référence OPM	9,9	13,6	11,46	1,12	-
Taux de stabilisation	3 % CPA	3%	3%	3%	-	

CBR : California Bearing Ratio ; γd max : Densité sèche maximale à l'Optimum Proctor Modifié ; Wopt ***:*** *Teneur en eau optimale à l'OPM (%).*

Les 22 procès-verbaux étudiés affichent un CBR supérieur ou égal à 120 %, soit un taux de conformité de 100 %. Les valeurs vont de 127 % à 194 %, la moyenne étant de 156,1 % avec un écart-type de 20,12 %. Les résultats obtenus viennent confirmer la bonne performance du traitement au ciment sur l'ensemble du linéaire contrôlé.

III.2.6 Couche de roulement en béton bitumineux 0/10

III.2.6.1 Contexte et cadre

La couche de roulement est faite en béton bitumineux semi-grenu 0/10, appliquée sur l'ensemble du tronçon bitumé. Il a contrôlé quatre types d'essais : l'analyse granulométrique après extraction (36 prélèvements), la teneur en liant (17 essais), l'essai Marshall (15 essais) et la pesée hydrostatique sur carottes (38 carottes réparties en 7 lots).

III.2.6.2 Analyse granulométrique et teneur en liant

Les 36 analyses de granulométrie effectuées sont dans le fuseau de tolérance du BB 0/10. Les teneurs en liant sont comprises entre 5,02 % et 5,93 % autour de la valeur cible de 5,4 %. Lors du premier contrôle, on a constaté un léger dépassement au PK 5+190, mais l'essai de vérification a confirmé la conformité du mélange. On obtient une formulation satisfaisante pour les modules de richesse qui varient entre 3,0 et 3,6. Tous les résultats sont présentés en Annexe 1. Tableau 37

III.2.6.3 Essai Marshall

Le Tableau 11 présente la synthèse des résultats des essais de Marshall effectués.

Tableau 11: Résultats des essais Marshall du BB 0/10.

Date	PK	Exigence CCTP					Résultat
		Teneur en liant = 5,4 (+/- 0,5%) (%)	Stabilité Marshall ≥ 1000 Kg (kg)	Fluage ≤ 4 mm (mm)	94% ≤ Compacité Marshall ≤ 97% (%)	Vides (%)	
17/09/2025	PK 2+160 G	5,38	1 021	3,78	93,88	6,12	Non conforme
12/08/2025	PK 3+734 D	5,7	1 090	3,49	94,67	5,33	Conforme
13/08/2025	PK 4+170 D	5,49	1 438	3,43	94,29	5,71	Conforme
17/08/2025	PK 4+400 G	5,58	1 745	3,17	94,29	5,71	Conforme
18/08/2025	PK 5+190 G	5,84	1 398	3,57	94,67	5,33	Conforme
19/08/2025	PK 5+580 D	5,58	1 026	3,36	94,65	5,35	Conforme
22/08/2025	PK 6+150 G	5,64	1 317	3,89	94,67	5,33	Conforme
25/08/2025	PK 6+400 D	5,02	1 364	3,1	94,31	5,69	Conforme
10/09/2025	PK 7+320 G	5,71	1 058	3,31	93,85	6,15	Non conforme
11/09/2025	PK 7+690 D	5,38	1 296	3,73	94,29	5,71	Conforme
02/09/2025	PK 8+100 D	5,78	1 342	3,46	94,67	5,33	Conforme
30/08/2025	PK 8+495 G	5,38	1 546	3,8	94,29	5,71	Conforme
27/08/2025	PK 9+460 G	5,76	1 494	3,98	96,31	3,69	Conforme
29/08/2025	PK 9+630 D	5,52	1 373	3,54	95,92	4,08	Conforme
03/09/2025	PK 10+030 G	5,06	1 225	3,97	93,5	6,5	Non conforme

PK : point kilomètre ; CCPT : Cahier des Clauses Particulier Technique.

Sur les 15 essais réalisés, 12 sont conformes à l'ensemble des exigences du CCTP, soit un taux de conformité de 80 %. On note trois non-conformités à la compacité de Marshall aux chaînages 2+160, 7+320 et 10+030, dont les valeurs sont légèrement inférieures au seuil de 94 %. La stabilité et le fluage restent pourtant identiques. On comparera ces résultats avec les données de pesée hydrostatique afin de juger de la qualité réelle de la mise en œuvre.

III.2.6.4 Pesée hydrostatique par carottage

L Le tableau12 suivant synthétise les 7 points de carottage effectués sur le tracé. En Annexe1, Tableau 38

Tableau 12: Résultats de la pesée hydrostatique par carottage du BB 0/10.

Lot	Date	Tronçon / PK	Nombre de carotte par lot	Épaisseur moyenne ≥ 50mm (mm)	MVA moyenne	IC moyenne (%)	Conformité
N0001	04/06/2025	PK 3+890 - PK 4+160 (planche)	2	62,94	2,27	98 %	Conforme
N0012	19/02/2026	PK 2+000 - PK 3+000	6	52,98	2,31	99 %	Conforme
N0008	13/09/2025	PK 3+250 - PK 5+000	5	51,97	2,27	98 %	Conforme
N0004	28/05/2025	PK 5+200 - PK 7+200	11	56,59	2,27	98 %	Conforme
N0006	08/09/2025	PK 7+000 (Pont)	2	101,32	2,29	98 %	Conforme
N0005	06/09/2025	PK 7+900 - PK 9+900	9	53,45	2,27	98 %	Conforme
N0014	05/03/2026	PK 10+150 - PK 10+170	3	58,93	2,32	98 %	Conforme

Cahier des Clause Particulier Technique ; IC : Indice de Compacité carotte.

Les 38 carottes attestent la bonne compacité de la couche de roulement. Tous les indices de compactage sont supérieurs ou égal à 98 %, leurs valeurs moyennes variantes entre 98 % et 99 %. Sur la carotte du lot N0006 au PK 7+000, on a mesuré une épaisseur de 10,1 cm, sans incidence sur la qualité de la mise en œuvre. Ces résultats attestent la conformité de la couche de roulement, même dans les zones où les essais Marshall présentaient des valeurs limites.

III.2.7 Synthèse générale de conformité

Dans le chapitre ci-dessous, le tableau 13 synthétise les taux de conformité obtenus pour chaque couche et chaque essai.

Tableau 13: Synthèse des taux de conformité de la route essai laboratoire RKKK PK 02 à PK 10.

Couche / Essai	Norme	PV total	Conforme	Non conforme	Écart-type	Taux
PST : CBR ≥ 15%	NF P 94-078 [7]	38	32	6	9,85	84,21 %
Couche de forme : CBR ≥ 20%		44	40	4	6,98	90,90 %
Couche de forme : IP ≤ 30%	NF EN ISO 17892-12 [10]	44	40	4	3,38	90,90 %
Couche de forme : Fines ≤ 30 %	NF EN ISO 17892-4 [9]	39	34	5	7,19	87,18 %
Couche de fondation : CBR ≥ 30%	NF P 94-078 [7]	42	42	0	6,58	100 %
Couche de fondation : IP ≤ 20%	NF EN ISO 17892-12 [10]	42	41	1	2,17	97,62 %
Couche de fondation : Fines ≤ 20 %	NF EN ISO 17892-4 [9]	42	36	6	2,49	85,71 %
Matériau mise en place avant stabilisation : CBR ≥ 30	NF P 94-078 [7]	39	36	3	8,43	92,31 %
Matériau mis en place avant stabilisation : IP ≤ 20%	NF EN ISO 17892-12 [10]	39	38	1	1,4	97,44%
Matériau mis en place avant stabilisation : Fines ≤ 20 %	NF EN ISO 17892-4 [9]	39	36	3	3,29	92,31 %
Base stabilisée : CBR ≥ 120%	NF P 94-078 [7]	22	22	0	20,12	100 %
Couche de roulement : Marshall	NF EN 12697-34 [13]	15	12	3	-	80,00 %
Couche de roulement : Carottes IC	NF EN 12697-6 [14]	38 carottes	38	0	-	100 %

Ic : Indice de compacité ; IC : Indice de compacité carotte ; IP : Indice de Plasticité.

III3. PARAMÈTRES MESURÉS IN SITU LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

III.3.1 Partie supérieure de terrassement

III.3.1.1 Exigences du CCTP et essais réalisés

La partie supérieure de terrassement (PST) commence au PK 2+000 et s'étend jusqu'au PK 10+080 sur une épaisseur de 30 cm. Le CCTP exige qu'elle présente un indice de compactage $\geq 95\,\%$, un module EV2 ≥ 50 MPa avec coefficient K $\leq 2{,}2$ et une déflexion D90 $\leq 110/100$e mm. Le contrôle a consisté en 41 mesures de compacité, 35 essais de plaque et des mesures de déflexion sur 40 sections.

III.3.1.2 Résultats et conformité

Les 41 mesures de compacité sont toutes conformes, leurs indices variants entre 95,15 % et 99,56 % pour une moyenne de 96,82 %. Les 35 essais de plaque montrent également une conformité totale, avec des modules EV2 compris entre 77,59 et 236,84 MPa et des coefficients K restant inférieurs à 2,2.

Au niveau de la déflexion, une non-conformité a été relevée au contrôle initial au PK 2+840 - PK 2+980. Après reprise, les mesures de réception ont été jugées conformes. Le taux de conformité final atteint ainsi 100 % sur l'ensemble des 40 sections contrôlées.

Le Tableau 14 résume les résultats, et le détail des données est donné en Annexe 1.Tableau 39, Tableau 40 et Tableau 41.

Tableau 14 : Synthèse du contrôle qualité in situ de la partie supérieure de terrassement.

Essai	Norme	Seuil CCTP	Nb Mesures	Conformes	Taux
Compacité (densimétrie)	NF P 94-061-3 [15]	Ic ≥ 95 % OPM	41	41	100 %
Portance de Plaque EV2	NF P 94-117-1 [16]	EV2 ≥ 50 MPa ; K ≤ 2,2	35	35	100 %
Déflexion Benkelman	NF P 98-200-2 [17]	D90 ≤ 110/100e mm	40 sections	40	100 %

Ic : Indice de Compacité ; K : Rapport de module ; D90 : Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm) ; EV2 : Module de déformation au second cycle de chargement.

III.3.2 Couche de forme

III.3.2.1 Exigences du CCTP et essais réalisés

La couche de forme s'étend du PK 2+020 au PK 10+180 sur une épaisseur de 30 cm. En vertu du CCTP, elle doit répondre aux mêmes exigences que la PST en matière de compacité, de portance à la plaque et de déflexion. On a contrôlé 41 mesures de compacité, 38 essais de plaque et 43 sections de déflexion.

III.3.2.2 Résultats et conformité

Les 38 essais de plaque répondent tous aux exigences du CCTP. Les modules EV2 sont compris entre 56,96 et 409,09 MPa et les coefficients K sont inférieurs à 2,2. Sur certains points, les faibles valeurs de K observées traduisent une bonne rigidité du matériau dès le premier cycle de chargement.

Les 43 sections contrôlées par déflexion ont toutes été réceptionnées conformes, soit un taux de conformité à 100 %.

En ce qui concerne la compacité, 37 mesures sur 41 sont respectées, soit un taux de conformité de 90,2 %. Les quatre non-conformités sont situées aux points kilométriques 4+630 (83,50 %), 4+830 (87,37 %), 5+620 (86,70 %) et 6+020 (93,66 %). Il n'a été fait mention d'aucune reprise.

Le Tableau 15 présente une synthèse des résultats. Les données détaillées figurent en Annexe 1 : Tableau 42, Tableau 43 et Tableau 44.

Tableau 15: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de forme.

Essai	Norme	Seuil CCTP	Nb Mesures	Conformes	Taux
Compacité (densimétrie)	NF P 94-061-3 [15]	Ic ≥ 95 % OPM	41	37	90,2 %
Portance de Plaque EV2	NF P 94-117-1 [16]	EV2 ≥ 50 MPa ; K ≤ 2,2	38	38	100 %
Déflexion Benkelman	NF P 98-200-2 [17]	D90 ≤ 110/100e mm	43 sections	43	100 %

Ic : Indice de Compacité ; K : Rapport de module ; D90 : Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm) ; EV2 : Module de déformation au second cycle de chargement

III.3.3 Couche de fondation

III.3.3.1 Exigences du CCTP et essais réalisés

La couche de fondation est faite en graveleux latéritique d'une épaisseur de 20 cm, du PK 2+000 au PK 10+060. Le CCTP prévoit que son indice de compactage doit être supérieur ou égal à 95 % et que sa déflexion D90 doit être inférieure ou égale à 90/100e mm.

L'objectif de cette exigence est de s'assurer qu'il y ait une portance suffisante avant l'application des couches supérieures. Le contrôle s'est effectué sur 43 mesures de compacité et 45 sections de déflexion.

III.3.3.2 Résultats et conformité

Les 43 mesures de compacité sont toutes conformes, avec des indices allant de 95,19 % à 98,68 % pour une moyenne de 97,0 %.

Au niveau de la déflexion, les contrôles initiaux ont montré des valeurs élevées pour certaines parties situées en début de tracé, dues à un compactage insuffisant et à une teneur en eau trop élevée. Après reprise des travaux, les 45 sections contrôlées ont atteint les exigences du CCTP avec des D90 comprises entre 44 et 89/100e mm. Le taux de conformité final est donc de 100 %.

Le Tableau 16 résume les résultats. Les données détaillées sont présentées à l'Annexe 1 : Tableau 45 et Tableau 46.

Tableau 16: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de fondation.

Essai	Norme	Seuil CCTP	Nb Mesures	Conformes	Taux
Compacité (densimétrie)	NF P 94-061-3 [15]	Ic ≥ 95 % OPM	43	43	100 %
Déflexion Benkelman	NF P 98-200-2 [17]	D90 ≤ 90/100e mm	45 sections	45	100 %

Ic : Indice de Compacité ; D90 : Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm).

III.3.4 Couche de base stabilisée au ciment à 3 %

III.3.4.1 Exigences du CCTP et essais réalisés

La couche de base stabilisée est exécutée sur une épaisseur de 18 cm, du PK 1+990 au PK 10+200. Le CCTP exige qu'elle présente un indice de compactage supérieur ou égal à 95 % et une déflexion D90 inférieure ou égale à 70/100e mm. Le contrôle a porté sur 82 mesures de compacité et 37 sections de déflexion.

III.3.4.2 Résultats et conformité

Les 82 mesures de compacité sont toutes conformes, avec des indices compris entre 95,25 % et 99,45 % pour une moyenne de 97,44 %.

En matière de déflexion, 36 des 37 sections contrôlées sont conformes aux exigences du CCTP, soit un taux de conformité de 97,30 %. Une seule non-conformité est relevée au PK 8+740-8+940, une valeur de 76/100e mm étant mesurée sur la bande de droite.

Le tableau 17 résume les résultats. Vous trouverez les données détaillées en Annexe 1 : Tableau 47 et Tableau 48.

Tableau 17: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de base stabilisée.

Essai	Norme	Seuil CCTP	Nb Mesures	Conformes	Taux
Compacité (densimétrie)	NF P 94-061-3 [15]	Ic ≥ 95 % OPM	82	82	100 %
Déflexion Benkelman	NF P 98-200-2 [17]	D90 ≤ 70/100e mm	37	36	97,29 %

Ic : Indice de Compacité ; D90 : Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm).

III.3.5 Couche de roulement en béton bitumineux 0/10

III.3.5.1 Exigences du CCTP et essais réalisés

La couche de roulement s'étend du PK 1+940 au PK 10+020. Le CCTP impose à la chaussée une déflexion D90 maximale de 60/100e mm, ce qui représente l'exigence la plus sévère portée par la structure de la chaussée. Le contrôle s'est effectué sur 40 sous-sections réparties dans 23 procès-verbaux. Les mesures n'ont pas été réalisées au droit du pont situé entre les PK 7+520 et 7+560, en raison des dispositions particulières liées à l'ouvrage d'art.

III.3.5.2 Résultats et conformité

Les déflexions mesurées sur les 23 procès-verbaux varient de 20 à 59/100e mm et respectent les exigences du CCTP. Une seule non-conformité a été observée lors du contrôle initial au PK 2+780 - 2+960, avec une D90 de 62/100e mm. Après reprise des travaux, la valeur a été ramenée à 58/100e mm et la section a été déclarée conforme.

Les plus faibles déflexions sont observées sur les sections PK 3+600 - 3+780 et PK 9+500 - 9+900, traduisant une très bonne portance. Globalement, la répartition des D90 est homogène sur l'ensemble du tronçon. Le taux de conformité final atteint ainsi 100 %.

Le Tableau 18 présente une synthèse des résultats. Les données détaillées figurent en Annexe 1. (Tableau 49: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de roulement BB 0/10 (NF P 98-200-2, en 1/100e mm).).

Tableau 18: Synthèse du contrôle qualité in situ de la couche de roulement BB 0/10.

Essai	Norme	Seuil CCTP	Nb Mesures	Conformes	Taux
Déflexion Benkelman	NF P 98-200-2 [17]	D90 ≤ 60/100e mm	23 PV en 40 sections	23 PV en 40 sections	100 %

Ic : Indice de Compacité ; D90 : Déflexion caractéristique au quantile 90 % (en 1/100e mm).

III.3.6 Synthèse générale de conformité

Le tableau 19 résume les taux de conformité obtenus pour chaque couche et chaque type d'essai in situ analysé dans ce chapitre.

Tableau 19: Synthèse générale des essais in situ de la route RKKK, PK 02 à PK 10.

Couche	Essai	Nb Mesures	Conformes	Non conforme	Taux final
PST	Compacité	41	41	0	41/41 soit 100 %
PST	Plaque EV2	35	35	0	35/35 soit 100 %
PST	Déflexion	40 sections	40 sections	0	40/40 soit 100 %
Forme	Compacité	41	37	4	37/41 soit 90,2 %
Forme	Plaque EV2	38	38	0	38/38 soit 100 %
Forme	Déflexion	43 sections	43 sections	0	43/43 100 %
Fondation	Compacité	43	43	0	43/43 soit 100 %

Couche	Essai	Nb Mesures	Conformes	Non conforme	Taux final
Fondation	Déflexion	45 sections	45 sections	0	45/45 soit 100 %
Base stabilisée	Compacité	82	82	0	82/82 soit 100 %
Base stabilisée	Déflexion	37 sections	36 sections	1	36/37 soit 97,29 %
Couche de roulement	Déflexion	23 PV	23 PV	0	23/23 soit 100 %

PST : Partie Supérieure de Terrassement ; EV2 : Module de déformation au second cycle de chargement.

III.4. Conclusion partielle

Les analyses en laboratoire et les contrôles sur le terrain montrent un niveau de conformité globalement satisfaisant. La fondation et la base stabilisée sont totalement conformes au CBR, contre 84,21 % pour la PST. L'essai Marshall présente un taux de conformité de 80 % sans impact sur la qualité de la couche de roulement, vérifiée par carottages.

Les contrôles sur place sont également bons, avec 100 % de conformité pour la PST et la fondation après reprise. Seule la compacité de la couche de forme (90,2 %) et la déflexion de la base stabilisée (97,30 %) sont un peu différentes.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment l'efficacité du contrôle qualité. Certaines zones de vigilance demeurent toutefois, notamment la teneur en fines, l'indice de plasticité et l'absence de certains résultats d'essais. On examinera au chapitre suivant la fréquence des contrôles.

Chapitre IV : ÉVALUER LES RISQUES DE NON-CONFORMITÉ DE LA CHAUSSÉE À PARTIR DE L'ANALYSE DE LA FRÉQUENCE DES ESSAIS RÉALISÉS, DES ZONES INSUFFISAMMENT CONTRÔLÉES ET DES PATHOLOGIES OBSERVÉES.

IV.1 Introduction partielle

Ce chapitre a pour objet d'évaluer les risques de non-conformité de la chaussée sur le tronçon PK 02 à PK 10 de la route RKKK. L'analyse débute par l'application de la méthode d'espacement séquentiel pour apprécier, point par point selon la fréquence prescrite par le CCTP, la couverture des essais de laboratoire et des contrôles in situ par rapport aux fréquences prescrites par le CCTP. On croise ensuite les déficits de couverture identifiés avec les résultats non conformes afin de mettre en évidence les zones à risque et d'en apprécier le niveau selon les principes de l'ISO 9001 :2015 [5]. Enfin, on confronte les zones ainsi identifiées à la pathologie observée sur le terrain, matérialisées par une fissure longitudinale de 22 m située entre les PK 09+940 et 09+962.

IV.2 Analyses de la fréquence des essais réalisent.

IV.2.1 Méthode d'évaluation

IV.2.1.1 analyse par espacement séquentiel

Pour chaque couche et chaque type d'essai, l'analyse est faite point par point selon la fréquence prescrite par du CCTP. Un point est jugé non conforme lorsqu'il n'y a pas de procès-verbal ou lorsque l'écart entre deux contrôles consécutifs dépasse la fréquence prescrite par le CCTP.

À l'inverse, tout espacement inférieur ou égal à cette fréquence est considéré comme conforme, même lorsque les contrôles sont volontairement renforcés dans certaines zones. Le taux de conformité est le rapport entre le nombre de points conformes et le nombre total de points théoriques étudiés sur le linéaire.

IV.2.1.2 Fréquences prescrites par le CCTP

Le Tableau 20 indique, pour chaque couche et chaque type de contrôle, les fréquences d'essai imposées par le CCTP. Ces cadences servent de référence pour mesurer la couverture et la conformité du dispositif de contrôle appliqué.

Tableau 20 : Fréquences d'essais prescrites par le CCTP de la route RKKK.

Couche	Essai	Fréquence prescrite	Seuil CCTP
PST	CBR	1 essai / 200 m	Selon paramètre
Couche de forme	AG, Atterberg, Proctor et CBR	1 essai / 200 m	Selon paramètre
Couche de fondation	AG, Atterberg, Proctor et CBR	1 essai / 200 m	Selon paramètre
Base avant stabilisation	AG, Atterberg, Proctor et CBR	1 essai / 200 m	Selon paramètre
Couche de roulement	Pesée hydrostatique (carottes)	1 carotte / 250 m	IC ≥ 94 %
PST + Forme	Densité en place	1 essai / 200 m	Ic ≥ 95 % OPM
PST + Forme	Essai de plaque	1 essai / 200 m	EV2 ≥ 50 MPa ; K ≤ 2,2
Fondation + Base	Densité en place	1 essai / 200 m (100 m base)	Ic ≥ 95 % OPM
Toutes couches	Déflexion Benkelman	3 mes. / 20 m	D90 selon la couche

Ic : Indice de Compacité ; IC : Indice de compacité par carottage ; D90 : Déflexion caractéristique ; K : Rapport de module ; EV2 : Module de déformation au second cycle de chargement ; m : mètre.

IV.2.2 Évaluation de la fréquence des essais de laboratoire

IV.2.2.1 Résultats par couche et par essai

Le Tableau 21 montre les fréquences de conformité des essais de laboratoire effectués selon la méthode d'espacement séquentiel. Les fiches détaillées par point kilomètre » sont indiquées en ANNEXE 2.

Tableau 21: Taux de conformité de la fréquence des essais de laboratoire.

Couche	Essai	Fréquence CCTP	Conformes	Total de points théorique	Taux (%)	Grille d'évaluation (%)	Catégorie
PST	CBR,	1 / 200 m	35	49	79,59	75 - 89	Acceptable
Forme	AG	1 / 200 m	39	51	76,47	75 - 89	Acceptable
Forme	Limites d'Atterberg	1 / 200 m	38	51	74,51	60 - 74 %	Faiblement performant
Forme	Proctor Modifié	1 / 200 m	40	51	78,43	75 - 89	Acceptable
Forme	CBR	1 / 200 m	39	51	76,47	75 - 89	Acceptable

Couche	Essai	Fréquence CCTP	Conformes	Total de points théorique	Taux (%)	Grille d'évaluation (%)	Catégorie
Fondation	AG	1 / 200 m	39	53	73,58	60 - 74 %	Faiblement performant
Fondation	Limites d'Atterberg	1 / 200 m	42	53	79,25	75 - 89	Acceptable
Fondation	Proctor Modifié	1 / 200 m	43	53	81,13	75 - 89	Acceptable
Fondation	CBR	1 / 200 m	43	53	81,13	75 - 89	Acceptable
Matériau mis en place avant stabilisation	AG	1 / 200 m	39	48	81,25	75 - 89	Acceptable
Matériau mis en place avant stabilisation	Limites d'Atterberg	1 / 200 m	38	48	79,17	75 - 89	Acceptable
Matériau mis en place avant stabilisation	Proctor Modifié	1 / 200 m	39	48	81,25	75 - 89	Acceptable
Matériau mis en place avant stabilisation	CBR	1 / 200 m	39	48	81,25	75 - 89	Acceptable
Couche de roulement	Pesée hydrostatique	1 / 250 m	32	37	86,49	≥ 90	Acceptable

IV.2.2.2 Analyse des résultats

Pour la PST, le taux de conformité des essais Proctor et CBR est de 79,59 %, ce qui est acceptable, mais perfectible. Les non-conformités sont encore ponctuelles et réparties sur plusieurs parties du tronçon.

Pour la couche de forme, les taux sont de 74,51 % pour les limites d'Atterberg et de 78,43 % pour le Proctor, le CBR atteignant 76,47 %. Les manquements majeurs en matière de couverture se situent entre les PK 07+220 et 08+920 : sur ces tronçons, plusieurs points de contrôle manquent pour l'ensemble des essais.

Les taux de la couche de fondation varient de 73,58 % pour l'analyse granulométrique à 81,13 % pour le Proctor et le CBR. Ces résultats reflètent une couverture globalement satisfaisante malgré quelques absences d'essais ponctuelles.

Le matériau utilisé avant stabilisation affiche les meilleurs taux de conformité en laboratoire, qui varient entre 79,17 % et 81,25 %, tous jugés acceptables. Les points non documentés portent surtout sur certaines zones de terrassement réalisées en tardive.

La pesée hydrostatique par carottage, pour la couche de roulement, atteint un taux de conformité de 86,49 %, également classé acceptable. On observe de rares absences d'essais, principalement localisées au niveau du pont au PK 7+520.

IV.2.3 Évaluation de la fréquence des essais in situ

IV.2.3.1 Résultats par couche et par essai

Le Tableau 22 montre les taux de conformité de fréquence des essais in situ. Les fiches détaillées PK par PK figurent en ANNEXE 2.

Tableau 22: Taux de conformité de la fréquence des essais in situ.

Couche	Essai	Fréquence CCTP	Conformes	Total	Taux (%)	Grille d'évaluation (%)	Catégorie
PST	Plaque EV2	1 / 200 m	34	42	80,95	75 - 89	Acceptable
PST	Compacité	1 / 200 m	36	41	87,80	75 - 89	Acceptable
PST	Déflexion	3 mesures / 20 m	1 146	1 185	96,71	≥ 90	Efficace
Forme	Plaque EV2	1 / 200 m	38	44	86,36	75 - 89	Acceptable
Forme	Compacité	1 / 200 m	40	47	85,11	75 - 89	Acceptable
Forme	Déflexion	3 mesures / 20 m	1 188	1 236	96,12	≥ 90	Efficace
Fondation	Compacité	1 / 200 m	43	49	87,76	75 - 89	Acceptable
Fondation	Déflexion	3 mesures / 20 m	1 194	1 227	97,31	≥ 90	Efficace
Base GLC	Compacité	1 / 100 m	78	87	89,66	75 - 89	Acceptable
Base GLC	Déflexion	3 mes. / 20 m	1 567	1 576	99,43	≥ 90	Efficace
Couche de roulement	Déflexion	3 mes. / 20 m	40 sections	40	100,00	≥ 90	Efficace

IV.2.3.2 Analyse des résultats

Dans l'ensemble, les essais effectués sur le terrain présentent des taux de conformité plus élevés que ceux des essais conduits en laboratoire. La déflexion Benkelman présente des taux

supérieurs à 96 % pour toutes les couches, allant jusqu'à 99,43 % sur la base GLC et 100 % sur la couche de roulement. Cette performance s'explique par une forte couverture du linéaire.

Les taux de compacité varient entre 85,11 % et 89,66 %, ce qui est considéré comme acceptable.

L'essai de plaque présente les pourcentages les plus bas, soit 80,95 % sur la PST et 86,36 % sur la couche de forme, en raison de plusieurs points de contrôle non documentés. Conformément au CCTP, cet essai ne porte pas sur la fondation. Pour la base GLC, le suivi de la compacité est renforcé, ce qui explique le bon niveau de couverture malgré quelques essais manquants.

IV.2.4 Synthèse comparative labo et in situ

Le tableau 23 compare les taux moyens de conformité des essais de laboratoire et des contrôles in situ pour chaque couche. Cette analyse permet d'évaluer l'équilibre du dispositif de contrôle qualité et d'identifier les éventuelles insuffisances de couverture.

Tableau 23: Synthèse comparative des taux de conformité de fréquence labo et in situ.

Couche	Taux labo moyen (%)	Grille d'évaluation	Catégorie labo	Taux in situ moyen (%)	Grille d'évaluation	Catégorie in situ
PST	75,51	75 - 89 %	Acceptable	88,49	75 - 89 %	Acceptable
Couche de forme	76,47	75 - 89 %	Acceptable	89,20	75 - 89 %	Acceptable
Couche de fondation	78,77	75 - 89 %	Acceptable	92,54	≥ 90 %	Efficace
Matériau mis en place avant stabilisation	81,86	75 - 89 %	Acceptable	94,55	≥ 90 %	Efficace
Couche de roulement	86,49 (carottes)	75 - 89 %	Acceptable	100,00 (déflexion)	≥ 90 %	Efficace

On constate sur le Tableau 25 un écart régulier de 10 à 15 points entre les taux de conformité des essais en laboratoire et ceux des contrôles in situ. Cette différence indique que la couverture des contrôles effectués sur le chantier est globalement supérieure à celle des essais en laboratoire.

Seules la fondation et la base franchissent le seuil de 90 % d'efficacité pour les contrôles sur place, grâce aux excellents résultats en déflexion. À l'inverse, aucun essai en laboratoire n'atteint ce niveau, les taux de conformité se situant entre 75,51 % et 81,86 %.

Dans l'ensemble, le dispositif de contrôle qualité mis en œuvre sur le tronçon PK 02 à PK 10 peut être considéré comme acceptable. Cependant, des progrès sont encore possibles, notamment en améliorant la couverture des tests en laboratoire.

IV.3 Qualification des zones à risque

IV.3.1 Grille de qualification du niveau de risque

La détermination du niveau de risque se base sur les principes de l'ISO 9001 :2015 (6.1) [5], qui préconise de gérer les risques de façon proportionnée à leurs effets potentiels sur la qualité. Pour cette étude, ces principes ont été modifiés de façon à constituer une grille de classification basée sur le cumul, dans une même zone, d'indicateurs défavorables. Le Tableau 24 montre les différents niveaux de risque pris en compte.

Tableau 24 : Grille de qualification du niveau de risque

Niveau de risque (ISO 9001)	Signaux cumulés	Action requise
Élever	≥ 5 indicateurs	Intervention corrective urgente
Modéré à élever	3 à 4 indicateurs	Auscultation complément (plaque et carottage) à court terme
Faible à modérer	2 indicateurs	Surveillance annuelle sans intervention immédiate
Faible	1 indicateur	Suivi périodique visuel

La détermination du niveau de risque est fondée sur les principes de l'ISO 9001 :2015 (§ 6.1) qui préconisent une gestion des risques adaptée à leurs impacts potentiels sur la conformité des produits et services. Ces principes ont été adaptés, dans cette étude, à l'évaluation du risque de non-conformité de la chaussée à partir du cumul d'indicateurs défavorables observés en un même point.

Cinq indicateurs ont été choisis : les non-conformités des essais de laboratoire, les non-conformités des contrôles in situ, les déficits de couverture des essais de laboratoire, les déficits de couverture des contrôles in situ et les pathologies observées sur le terrain. Plus il y a

d'indicateurs défavorables associés à une zone, plus le niveau de risque est considéré comme important.

IV.3.2 Identification des zones à risque sur le tronçon

Le Tableau 25 dresse la liste, par ordre croissant de point kilomètre, de toutes les zones à risque identifié à partir de la somme des indicateurs défavorables observés lors des essais en laboratoire et des contrôles sur le terrain. Pour chaque zone, un indicateur est considéré comme défavorable dès lors qu'un résultat non conforme, un déficit de couverture (essai manquant au regard de la fréquence attendue) ou une pathologie de terrain est constaté sur le tronçon correspondant, en laboratoire comme in situ ; le niveau de risque de la zone correspond ensuite au nombre cumulé de ces indicateurs.

Tableau 25 : zones à risque communes identifiées

PK	Couches concernées	Nature du déficit constaté	Indicateurs	Niveau
02+450	Matériau mis en place avant stabilisation	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV disponible au même point	1	Faible
02+540	Couche de forme	IP et teneur en fines : aucun PV disponible au même point	1	Faible
03+420	PST, Fondation, Matériau mis en place avant stabilisation	PST : fréquence CBR non couverte. Fondation : AG, LA, Proctor et CBR tous absents au même point. Matériau mis en place avant stabilisation : AG et L'absente	3	Modéré à élevé
03+920	Forme, Fondation	Forme : AG, LA, Proctor et CBR absents simultanément, déficit de couverture d'essai labo. Fondation : AG, LA, Proctor et CBR absents simultanément	3	Modéré à élevé
04+420	Fondation, Matériau mis en place avant stabilisation	Fondation : AG, LA, Proctor et CBR absents, déficit de couverture d'essai labo. Matériau mis en place avant stabilisation : AG et LA absente	3	Modéré à élevé
04+920	Couche de forme	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point	1	Faible à modéré
05+020	Couche de forme	CBR et teneur en fines : aucun résultat disponible au même point ; déficit de couverture d'essai labo.	2	Faible à modéré
05+220	Couche de fondation	AG, LA, Proctor et CBR : aucun PV disponible simultanément ; déficit de couverture d'essai labo.	2	Faible à modéré

PK	Couches concernées	Nature du déficit constaté	Indicateurs	Niveau
05+720	Couche de fondation	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point	1	Faible
05+760	Couche de fondation	IP et teneur en fines : aucun résultat disponible au même point	2	Faible à modéré
06+420	Fondation, Couche de forme (in situ)	Fondation : AG, LA, Proctor et CBR absents, déficit de couverture d'essai labo. Couche de forme : essai de compacité in situ absent au même point	3	Modéré à élevé
06+720	Couche de fondation	AG, LA, Proctor et CBR : aucun PV disponible simultanément ; déficit de couverture d'essai labo.	2	Faible à modéré
07+220	Forme, Fondation	Forme : AG, LA et Proctor absents. Fondation : AG, LA, Proctor et CBR absents au même point.	3	Modéré à élevé
07+420	Matériau mis avant stabilisation	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point	1	Faible
07+620	Forme, Matériau mis en place avant stabilisation.	Forme : essai de plaque in situ absent, déficit de couverture d'essai in situ. Matériau mis en place avant stabilisation : AG et LA absente	3	Modéré à élevé
07+720	Couche de forme (résultats)	CBR = 16 % (NC, seuil 20 %) ; IP = 31 % (NC, seuil 30 %) ; fines = 50 % (NC, seuil 30 %) ; trois résultats non conformes au même point, déficit de couverture d'essai labo.	2	Faible à modéré
07+820	Matériau mis avant stabilisation	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point	1	Faible
07+920	Couche de forme	Proctor et CBR : aucun PV de fréquence disponible au même point	2	Faible à modéré
08+220	Forme, Fondation	Forme : AG, LA et essai de plaque absente in situ, déficit de couverture d'essai in situ. Fondation : teneur en fines = 21 % (NC, résultat)	3	Modéré à élevé
08+420	Couche de forme	Proctor et CBR : aucun PV de fréquence disponible au même point	2	Faible à modéré
08+620	Couche de fondation	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point	1	Faible
08+740 – 08+940	Base stabilisée (in situ)	Déflexion D90 côté droit = 76/100e mm, non conformes au seuil de 70/100e mm ;	2	Faible à modéré

PK	Couches concernées	Nature du déficit constaté	Indicateurs	Niveau
		in situ, déficit de couverture d'essai in situ.		
08+820	Forme, Fondation	AG et LA absente simultanément sur les deux couches	1	Faible
08+920	Couche de forme	AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point	1	Faible
09+420	Forme, Fondation, Matériau mis en place avant stabilisation	AG et LA absente sur les trois couches simultanément au même point kilomètre	2	Faible à modéré
09+920	Forme, Fondation	Forme : Limites d'Atterberg et CBR absentes ; in situ, déficit de couverture d'essai in situ. Fondation : CBR limite (31%). teneur en fines et AG non renseignée	3	Modéré à élevé
09+950	Fondation, Base avant stabilisation	Fondation :CBR limite (31%). Matériaux mit en place avant stabilisation :AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point ; stabilisation en période de pluie. Pathologie observée	3	Modéré à élevé
10+020	Couche de forme, Fondation	Forme : IP non renseigné, Limites d'Atterberg en fréquence absente, CBR non renseignée ; in situ, déficit de couverture d'essai in situ.	2	Faible à modéré

IV4. Analyse de la pathologie observée (PK 09+940 à PK 09+962)

IV4.1 Caractérisation technique

Sur l'accotement droit de la route RKKK, entre les points kilométriques 09+940 et 09+962, une fissure longitudinale a été relevée sur une longueur de 22 m. Le Tableau 28 décrit les principales caractéristiques de cette pathologie.

Tableau 26: Caractérisation technique complète de la pathologie PK 09+940 à PK 09+962.

Paramètre	Description détaillée
Localisation précise	PK 09+940 à PK 09+962, accotement droit, tronçon PK 02 - PK 10, route RKKK
Type de pathologie	Fissure longitudinale de fatigue structurelle à propagation progressive
Longueur initiale	22 m (premier relevé), progression hebdomadaire en longueur et en largeur

Paramètre	Description détaillée
Comportement hydrologique	Stabilisation en période de pluie : saturation temporaire réduisant les contraintes de traction
Profondeur	Traversante : BB 0/10 (5 cm) + couche de base stabilisée (18 cm)

IV.4.2. Documentation photographique

Les quatre figures suivantes présentent l'évolution de la pathologie observée, de la surface de la couche de roulement jusqu'à l'examen des carottes prélevées au droit de la zone fissurée.



Figure 10: Fissure longitudinale en surface du BB 0/10 sur l'accotement droit PK 09+940 à PK 09+962, orientation parallèle à l'axe, ouverture progressive.

Une fissure longitudinale rectiligne située sur le talus est représentée à la Figure 10. L'absence de soulèvement vertical ou d'altération marquée en surface indique une origine plutôt structurelle que superficielle, traduisant un désordre en provenance des couches sous-jacentes de la chaussée.



Figure 11: Carotte : face inférieure côté base stabilisée, fissure traversante, couche structurante atteinte.



Figure 12: Carotte : face supérieure côté BB 0/10 Fissurations profondes traversantes ascendantes.

Les Figures 11 et 12 montrent que la fissure traverse l'ensemble des couches liées de la chaussée, depuis la couche de base traitée au ciment jusqu'à la couche de roulement, en passant par la couche de liaison. La Figure 11 met en évidence la présence de la fissure dans la couche de base stabilisée, la Figure 12 confirme sa propagation dans la couche de liaison et montre qu'elle atteint la surface de roulement. Cette continuité traduit un désordre d'origine structurelle affectant les couches porteuses de la chaussée.



Figure 13: Zone de carottage : fissures rayonnantes + base fissurée exposée + efflorescences PK 09+940 - 09+962

La Figure 13 révèle plusieurs indices caractéristiques de la dégradation. Les fissures secondaires autour du trou témoignent d'un désordre qui ne se limite pas à un point isolé, mais s'étend à une zone plus large de la chaussée. La fissure observée dans la couche de base traitée au ciment confirme la continuité verticale de la dégradation à travers les couches liées. En outre, les efflorescences blanchâtres présentes en surface indiquent des circulations d'eau. Ces observations traduisent des conditions susceptibles d'accélérer l'altération des matériaux et de favoriser la propagation de la fissuration.

IV.5. Conclusion partielle

L'analyse de la fréquence des essais montre un dispositif de contrôle globalement acceptable, mais marqué par une couverture plus importante des contrôles in situ que des essais de laboratoire. Le taux de conformité est supérieur à 96 % pour la déflexion Benkelman sur l'ensemble des couches, tandis que celui des essais de laboratoire varie entre 73,58 % (analyse granulométrique de la fondation) et 91,89 % (pesée hydrostatique de la couche de roulement). L'analyse de la pathologie observée au PK 09+940–09+962 confirme la pertinence de cette

approche croisée : la fissure longitudinale relevée sur cette section traverse la couche de roulement et la base stabilisée, et coïncide avec une zone où se cumulent un CBR de PST à la limite du seuil, une déflexion de fondation élevée côté droit et plusieurs absences de couverture documentaire.

Le croisement des déficits de couverture et des résultats non conformes a permis d'identifier vingt-huit zones à risque sur le tronçon, réparties en neuf zones à risque modéré à élever, situées aux PK 03+420, 03+920, 04+420, 06+420, 07+220, 07+620, 08+220, 09+920 et 09+950, dix zones à risque faible à modéré et neuf zones à risque faible. Aucune zone n'atteint le niveau de risque élevé au sens de la grille du Tableau 24 (5 indicateurs cumulés ou plus) : le maximum observé sur le tronçon est de trois indicateurs cumulés. L'analyse montre aussi une relation entre les absences de couverture documentaire constatées dans la zone PK 09+820–09+950 et la fissure longitudinale relevée entre les PK 09+940 et 09+962.

Chapitre V : RECOMMANDATIONS TECHNIQUES VISANT À AMÉLIORER LE DISPOSITIF DE CONTRÔLE QUALITÉ

V.1 Introduction partielle

Ce chapitre expose la synthèse des résultats. Il croise les différents indicateurs analysés afin d'identifier les zones à risque sur le tronçon PK 02 à PK 10, puis examine leur lien avec la fissure observée entre les PK 09+940 et PK 09+962. Enfin des recommandations sont faites pour le projet RKKK et pour les futurs projets routiers en zone latéritique schisteuse.

V.2. Recommandations d'intervention sur le tronçon PK 02 à PK 10

V.2.1 Principe directeur

Les recommandations présentées ci-après s'appuient sur les zones identifiées dans le Tableau 27 et leur niveau de risque défini selon la grille du Tableau 26. Elles tiennent compte du fait que la chaussée est entièrement réalisée et réceptionnée. Les contrôles finaux montrent une conformité de 100 % des mesures de déflexion sur la couche de roulement, tandis que les carottages confirment une compacité satisfaisante. Bien que les essais Marshall affichent un taux de conformité de 80 %, aucune incidence n'a été observée sur le comportement de la chaussée. Dans ce contexte, les déficits de couverture identifiés ne justifient pas, à eux seuls, une intervention sur les couches de structure en l'absence de désordres constatés en service. Une intervention structurelle ne serait envisagée qu'en cas de déflexion dépassant durablement le seuil contractuel ou d'apparition d'une pathologie visible. Les recommandations proposées dans le tableau 27 privilégient donc une surveillance adaptée au niveau de risque de chaque zone, complétée, lorsque nécessaire, par des investigations ou des actions correctives ciblées.

Tableau 27 : Recommandations d'intervention par zone à risque RKKK PK 02 à PK 10

PK	Niveau	Recommandation	Déficit constaté	Délai	Priorité
PK 09+940-09+962	Modéré ÉLEVÉ (pathologie confirmée)	Scellement immédiat de la fissure au bitume modifié à chaud. Suivi hebdomadaire pendant 3 mois. Si la fissure dépasse 5 mm de largeur ou progresse au-delà de PK 09+962 : point à temps renforcé sur 15 m	Fondation :CBR limite (31%). Matériaux mit en place avant stabilisation :AG et Limites d'Atterberg : aucun PV au même point ; Déflexion	Avant saison des pluies	URGENTE

PK	Niveau	Recommandation	Déficit constaté	Délai	Priorité
		de part et autre de la limite de la fissure.	fondation élevée, côte droit (D90 = 77/100e mm) et stabilisation en période de pluie. Pathologie observée.		
PK 08+740-08+940	(D90 NC in situ)	Essai de plaque EV2 sur chaussée finie (3 points à 100 m d'intervalle côté droit, axe et gauche).	D90 base côté D = 76/100e mm NC (seuil 70). Déficit de couverture in situ.	< 3 mois	SURVEILLANCE
PK 03+420	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone aveugle documentaire sur PST, fondation et base avant stabilisation. Chaussée conforme in situ. Mesure de déflexion D90 roulement annuel sur 5 ans. Aucune intervention structurelle sans évolution constatée.	PST : CBR non couvert. Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent. Base avant stabilisation : AG/LA absente.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 03+920	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone aveugle documentaire sur couche de forme et fondation. Chaussée conforme in situ. Mesure de déflexion D90 roulement bisannuel. Surveillance visuelle saisonnière.	Forme : AG/LA/Proctor/CBR absents. Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent.	Bisannuel	SURVEILLANCE
PK 04+420	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone aveugle documentaire sur fondation et base avant stabilisation. Chaussée conforme in situ. Mesure de déflexion D90 roulement annuel. Aucune intervention structurelle sans évolution constatée.	Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent. Base avant stab : AG/LA absente.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 06+420	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone aveugle documentaire fondation + absence de compacité in situ couche de forme. Chaussée conforme en	Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent. Forme : compacité in situ absente.	Annuel	SURVEILLANCE

PK	Niveau	Recommandation	Déficit constaté	Délai	Priorité
		déflexion. Mesure de déflexion D90 roulement annuel.			
PK 07+220	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone aveugle documentaire sur couche de forme et fondation. Chaussée conforme in situ. Surveillance visuelle saisonnière + mesure D90 roulement annuel.	Forme : AG/LA/Proctor absents. Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 07+620	Modéré à élever (3 indicateurs)	Absence d'essai de plaque in situ couche de forme + zone aveugle base avant stabilisation. Chaussée conforme en déflexion. Mesure D90 roulement annuel.	Forme : plaque in situ absente. Base avant stab : AG/LA absente.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 08+220	Modéré à élever (3 indicateurs)	Fondation : teneur en fines = 21 % légèrement hors seuil (20 %). Forme : AG/LA et plaque absente. Chaussée réceptionnée conforme. Mesure D90 roulement annuel + contrôle visuel renforcer.	Fondation : fines = 21 % NC (seuil 20 %). Forme : AG/LA et plaque in situ absents.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 09+920	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone adjacente à la pathologie PK 09+940–09+962. Déficits documentaires Forme et Fondation. Surveillance visuelle mensuelle pendant 6 mois puis trimestrielle. Mesure D90 roulement à 3 mois.	Forme : LA/CBR absents + déficit in situ. Fondation : CBR limite (31 %), fines NR.	Mensuel 6 mois	SURVEILLANCE
PK 09+950	Modéré à élever (3 indicateurs)	Zone de fin de tracé. Déficits documentaires sur fondation et base avant stabilisation. Chaussée conforme in situ. Surveillance visuelle annuelle + D90 roulement bisannuel.	Fondation et base avant stab : AG/LA absents simultanément.	Bisannuel	SURVEILLANCE

PK	Niveau	Recommandation	Déficit constaté	Délai	Priorité
PK 06+720	MODÉRÉ (2 indicateurs)	Zone aveugle complète sur fondation. Chaussée conforme en déflexion. Surveillance visuelle annuelle + mesure D90 roulement bisannuel. Pas d'intervention sans dégradation en service.	Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent simultanément.	Bisannuel	SURVEILLANCE
PK 05+020	Faible à modérer (2 indicateurs)	Couche de forme : CBR et teneur en fins non renseignés. Chaussée conforme in situ. Surveillance visuelle annuelle. Aucune intervention sans évolution.	Forme : CBR et fines NR déficit de couverture labo.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 05+220	Faible à modérer (2 indicateurs)	Fondation : AG/LA/Proctor/CBR absent simultanément. Chaussée conforme in situ. Surveillance visuelle annuelle.	Fondation : 4 essais labo absent au même point.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 07+720	Faible à modérer (2 indicateurs 3 NC résultats forme)	Couche de forme : CBR = 16 %, IP = 31 %, fines = 50 % — trois NC de résultats. La portance structurelle est assurée par la base stabilisée et la déflexion D90 roulement conforme. Surveillance visuelle saisonnière. Intervention uniquement si D90 roulement progresse.	Forme : CBR 16 % (seuil 20 %), IP 31 % (seuil 30 %), fines 50 % (seuil 30 %).	Saisonnier	SURVEILLANCE
PK 08+620	Faible à modérer (2 indicateurs)	Fondation : AG et LA absente. Chaussée conforme in situ. Surveillance visuelle annuelle.	Fondation : AG et LA absente.	Annuel	SURVEILLANCE
PK 09+420	Faible à modérer (2 indicateurs)	Trois couches sans AG et LA au même point. Chaussée conforme	Forme, Fondation et Base avant stab : AG/LA absente simultanément.	Annuel	SURVEILLANCE

PK	Niveau	Recommandation	Déficit constaté	Délai	Priorité
		in situ. Surveillance visuelle annuelle.			
PK 02+450 / 02+540 04+920 / 05+720 05+760 / 07+420 07+820 / 08+820 et 08+920	FAIBLE (1 indicateur)	Déficits documentaires isolés (AG, LA ou IP sur une seule couche). Chaussée conforme in situ. Surveillance visuelle lors des tournées d'entretien ordinaires de la route. Aucune mesure spécifique requise.	1 essai manquant sur une seule couche.	Tournées entretien	SURVEILLANCE négligé

L'intervention doit porter en priorité sur la zone située entre les PK 09+940 et 09+962. La fissure longitudinale observée porte à la fois sur la couche de roulement et la base stabilisée et traduit un désordre d'origine structurelle. Il est conseillé de colmater les fissures pour réduire les infiltrations d'eau, puis d'améliorer la protection de l'accotement droit avec un revêtement approprié et un système efficace pour évacuer les eaux de pluie. Il faudra assurer un suivi régulier pour contrôler l'évolution de la fissure. Si l'état se dégrade de façon notable, on pourra envisager des interventions locales de reprise.

V.3 Propositions techniques pour les projets routiers futurs

V.3.1 Enseignements du projet RKKK

L'analyse du projet RKKK révèle trois faiblesses essentielles du système de contrôle qualité. La première porte sur la couverture documentaire de certains essais, en particulier l'analyse granulométrique et les limites d'Atterberg, dont les taux de conformité varient entre 71 % et 74 % sur la PST et la couche de forme.

La deuxième insuffisance concerne les prescriptions du CCTP, notamment l'absence d'essai de plaque sur la couche de fondation et l'absence de dispositions spécifiques relatives au traitement des accotements. Enfin, la troisième concerne le suivi des contrôles au cours du chantier. Les manques de recouvrement n'ont pu être constatés qu'après analyse des procès-verbaux, sans possibilité de correction immédiate lors de l'exécution des travaux.

Le Tableau 28 présente dix recommandations techniques visant à renforcer l'efficacité du contrôle qualité lors de projets futurs similaires.

Tableau 28 : Propositions techniques pour améliorer le contrôle qualité Projets en zone latéritique schisteuse

N°	Domaine	Proposition technique	Justification / Référence
1	AG + Atterberg obligatoires	Imposer l'analyse granulométrique et les Limites d'Atterberg dans chaque PV Proctor, 1 essai / 200 m sans exception pour toutes les couches granulaires. Aucune couche ne doit être réceptionnée sans ces deux paramètres renseignés.	Taux AG/LA PST RKKK = 71,43 % (faiblement performant). Lacune PK 09+820 et 09+920 contribue directement à la pathologie PK 09+940.
2	Fréquence PST renforcée	Abaisser la fréquence Proctor/CBR PST de 1/500 m à 1/200 m, alignée sur les fréquences CT3 et CT4a. Sur 8 km, cela passe de 16 à 40 points de contrôle, réduisant l'écart de détectabilité d'un facteur 3.	La PST est le support de toute la structure. Une lacune à 200 m sur 8 km représente une zone non vérifiée de 200 m linéaires.
3	Planche de compactage obligatoire	Imposer une planche de compactage instrumentée (compacité + déflexion) avant le démarrage de la couche de base stabilisée au ciment pour étalonner les paramètres de compactage sur la formule réelle du chantier.	Couche de base : D90 NC au PK 08+740–08+940. Une planche aurait permis de détecter l'inadéquation entre le matériel et le matériau en amont.
4	Déflexion fondation renforcée	Mesurer D90 fondation à 3 mesures / 10 m (au lieu de 20 m) dans les sections à matériaux schisteux identifiées par IP > 15 % ou % fines > 20 %.	D90 fondation PK 09+940–10+060 : G = 78, D = 77/100e mm. Hétérogénéité latérale non détectée avec la maille de 20 m.
5	Essai de plaque sur fondation	Intégrer l'essai de plaque EV2 sur la couche de fondation à raison de 1 essai / 400 m. La fondation est le support direct des couches liées ; l'absence de mesure de portance directe à ce niveau est une lacune structurelle du CCTP actuel.	CCTP RKKK CT3 : plaque non prescrite sur la fondation. Portance fondation vérifiée uniquement par déflexion indirecte.
6	Revêtement des accotements	Imposer un revêtement ou un traitement stabilisant des accotements en zone schisteuse dès la mise en service de la chaussée, avec un caniveau de collecte en rive droite.	Pathologie PK 09+940–09+962 : accotement non revêtu = voie d'infiltration latérale principale. Stabilisation en saison des pluies prouve la saturation PST par cette voie.

N°	Domaine	Proposition technique	Justification / Référence
7	Audit mensuel de couverture	Instaurer un audit mensuel de la couverture des essais réalisés, conduit par un contrôleur extérieur au laboratoire de chantier, avec alerte automatique si le taux d'espacement séquentiel d'une couche est inférieur à 80 %.	Méthode Chap. IV. Taux AG/LA PST = 71 % non détecté en cours de chantier RKKK.
8	Tableau de bord numérique	Mettre en place un tableau de bord numérique des essais, accessible en temps réel par le maître d'ouvrage, affichant la couverture par PK, par couche et par essai avec code couleur ISO 9001.	Lacunes RKKK découvertes a posteriori à la rédaction de ce mémoire. Un système numérique les aurait signalées en cours de chantier.

V.3.2 Plan de contrôle qualité amélioré

Le Tableau 29 présente un plan de contrôle qualité amélioré pour les projets routiers de trafic T2 en zone latéritique schisteuse, élaboré à partir des enseignements tirés du projet RKKK. Les principales améliorations proposées concernent le renforcement des essais de laboratoire sur la PST et la couche de forme, l'introduction de l'essai de plaque sur la couche de fondation, le suivi renforcé de la déflexion au niveau de la base dans les zones schisteuses, la réalisation systématique d'une planche de compactage et la prise en compte du traitement des accotements dans les prescriptions techniques.

Tableau 29 : Tableau V.3 : Plan de contrôle qualité amélioré le projet RKKK

Couche	Essai	Fréquence actuelle CCTP	Fréquence proposée	Justification
PST	AG + Atterberg + Proctor + CBR	PM/CBR : 1/500 m, AG/LA : absent	1/200 m tous essais	Taux AG/LA = 71 % RKKK, pathologie liée aux lacunes
PST	Essai de plaque EV2	1/200 m	1/200 m (maintenu)	Taux 80,95 % acceptable
PST	Déflexion Benkelman	3 mesures /20 m	3 mesures /20 m (maintenu)	Taux 96,71 % efficace
Couche de forme	AG + Atterberg + Proctor + CBR	PM/CBR : 1/500 m, AG/LA : absent	1/200 m tous essais	Taux LA = 74,51 %, faiblement performant

Couche	Essai	Fréquence actuelle CCTP	Fréquence proposée	Justification
Couche de fondation	AG + Atterberg + Proctor + CBR	1/200 m	1/200 m + essai plaque	AG = 73,58 %, plaque absente du CCTP actuel
Fondation	Essai de plaque EV2	Non prescrit	1/400 m à ajouter	Portance fondation non vérifiée directement sur RKKK
Base stabilisée	Proctor + CBR	1/200 m	1/200 m + planche compactage	1 NC avérée PK 08+740-940 planche préventive requise
Base stabilisée	Déflexion Benkelman	3 mesures /20 m	3 mesures /10 m (zones schisteuses)	D90 NC + hétérogénéité latérale non détectée
Couche de roulement	Pesée hydrostatique	1/250 m	1/250 m (maintenu)	Taux 91,89 % efficace
Accotements	Traitement de surface	Non prescrit	Revêtement ou enduit stabilisant	Infiltration latérale = facteur aggravant pathologie PK 09+940

V.4 Réponse aux questions de recherche

Le Tableau 30 synthétise les réponses aux questions de recherche au regard des résultats obtenus dans les chapitres précédents.

Tableau 30 : Réponse aux questions de recherche projet RKKK PK 02 à PK 10

Question	Indicateur clé	Réponse synthétique
QRP	Dispositif de contrôle qualité sur PK 02-PK 10	Globalement satisfaisant (97 % in situ), mais perfectible sur la couverture labo (71-86 %). La pathologie PK 09+940 confirme l'insuffisance du dispositif en zone à risque cumulé.
OS1	Conformité labo et in situ par couche	Fondation et base : 100 % CBR. PST : 84,21 %. Forme : 87,18 %. Roulement : 80 % Marshall. In situ : 97,29-100 % toutes couches. Réponse : positive avec réserve sur PST et roulement.
OS2	Couverture spatiale du contrôle (fréquence)	Déflexion : 96,71-100 % (efficace). 28 zones à risque identifié.

Question	Indicateur clé	Réponse synthétique
OS3	Déficits de couverture ; pathologies et recommandations	9 zones à risque modéré à élevé identifié. Pathologie PK 09+940-09+962 directement liée aux déficits. 10 propositions formulées. Réponse : lien établi, recommandations opérationnelles.

V.5 Conclusion partielle

Les résultats obtenus aux chapitres III et IV justifient les recommandations formulées dans ce chapitre : ce chapitre propose deux séries de recommandations. Le premier concerne le tronçon PK 02 à PK 10, où une seule intervention corrective est jugée prioritaire : le traitement de la fissure longitudinale observée entre les PK 09+940 et 09+962, accompagnée de la mise en protection de l'accotement droit avant la prochaine saison des pluies, cette section concentrant l'unique dégradation structurelle confirmée du tronçon. La section PK 08+740 à 08+940 nécessite également un contrôle complémentaire par essai de plaque, du fait d'une déflexion de la base stabilisée supérieure au seuil contractuel. Les autres zones identifiées relèvent principalement d'insuffisances de couverture des contrôles, et non de non-conformités avérées ; elles font donc l'objet d'une surveillance adaptée à leur niveau de risque plutôt que d'une intervention structurelle immédiate, conformément au principe retenu dans cette étude de ne pas intervenir sur un ouvrage réceptionné en l'absence de dégradation mesurée.

Le deuxième axe concerne les futurs projets routiers dans la zone latéritique schisteuse. Les recommandations formulées ont pour objectif de renforcer le dispositif de contrôle qualité, notamment par le renforcement de la densité des essais de laboratoire, l'introduction de l'essai de plaque sur la couche de fondation, le renforcement du suivi de la déflexion dans les zones schisteuses et la prise en compte systématique du traitement des accotements.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de ce mémoire était d'évaluer l'efficacité du contrôle qualité des matériaux et de la mise en œuvre sur le tronçon PK 02+000 à PK 10+000 de la route Karakoro–Komborodougou–Kouroukounan (RKKK), à travers trois axes d'analyse : la conformité des essais, la fréquence des contrôles et l'identification des zones à risque.

Les résultats montrent un niveau de conformité globalement satisfaisant. Les essais de laboratoire indiquent une conformité de 100 % des valeurs de CBR pour la couche de fondation et la couche de base traitée au ciment à 3 %, tandis que la PST et la couche de forme présentent respectivement des taux de conformité de 84,21 % et 87,18 %, les non-conformités étant principalement liées aux matériaux schisteux altérés. Les contrôles réalisés sur chantier affichent des taux de conformité supérieurs à 97 %, à l'exception d'une non-conformité en déflexion relevée sur la couche de base stabilisée entre les PK 08+740 et PK 08+940.

L'analyse de la fréquence des essais met en évidence une couverture globalement satisfaisante des contrôles in situ, mais plus limitée pour certains essais de laboratoire, notamment les analyses granulométriques et les limites d'Atterberg. Cette situation s'explique en partie par la réalisation des travaux de stabilisation en période de pluie. Le croisement des résultats a permis d'identifier dix-neuf zones à risque, réparties en deux zones à risque élevé, neuf zones à risque modéré à élever et huit zones à risque modéré. La fissure longitudinale observée entre les PK 09+940 et PK 09+962 constitue le principal désordre structurel identifié sur le tronçon étudié.

Au regard de ces résultats, neuf recommandations ont été formulées afin de renforcer l'efficacité du contrôle qualité des futurs projets routiers en zone latéritique schisteuse. Cette étude montre qu'une évaluation fondée à la fois sur la conformité des essais et sur leur fréquence permet d'apprécier plus finement l'efficacité du dispositif de contrôle qualité. Les outils développés, notamment la méthode d'espacement séquentiel et la grille de qualification des zones à risque, constituent une démarche reproductible pour d'autres projets routiers réalisés dans des contextes géotechniques similaires.

Bibliographie

[1] SCORE-CIES-RKB-LABO-RAP-0001-01, *NOTE JUSTIFICATIF DE LA STRUCTURE DE CHAUSEE,* 30/10/2023.

[2] Trésor Public, Côte d'Ivoire, 2023.

[3] CEBTP, *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Paris.,* 1984.

[4] 0.-2.-0.-3. A. route, *MARCHE TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KARAKORO-KOMBORODOUGOU-KOUROUKOUNA,* 2023.

[5] I. 9001, *Systèmes de management de la qualité. Exigences. Organisation Internationale de Normalisation.,* 2015.

[6] N. P. 94-093, *Essai Proctor Modifié. AFNOR.,* 2014.

[7] N. P. 94-078, *Sols : reconnaissance et essais Indice CBR après immersion Indice CBR immédiat Indice Portant Immédiat. AFNOR,* mai 1997.

[8] N. E. 12697-2, *Mélanges bitumineux. Partie 2 : Analyse granulométrique. AFNOR.,* décembre 2024.

[9] N. E. I. 17892-4, *Essais de laboratoire sur les sols. Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique. AFNOR.,* janvier 2018.

[10] N. E. I. 17892-12, *Essais de laboratoire sur les sols. Partie 12 : Détermination des limites d'Atterberg. AFNOR,* juillet 2018.

[11] N. E. 12697-1., *Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai - Partie 1 : Teneur en liant soluble. Saint-Denis : AFNOR.,* AFNOR (2020). .

[12] N. E. 12697-2., *Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai - Partie 2 : Granulométrie. Saint-Denis : AFNOR.,* AFNOR (2022)..

[13] N. E. 12697-34, *Mélanges bitumineux. Partie 34 : Essai Marshall. AFNOR.,* février 2020.

[14] N. E. 12697-6, *Mélanges bitumineux. Partie 6 : Masse volumique apparente. AFNOR.,* février 2020.

[15] N. P. 94-061-3, *Densité en place. Méthode au sable. AFNOR.,* 1996.

[16] N. P. 94-117-1, *Sols : reconnaissance et essais. Portance des plateformes. Partie 1 : Module sous chargement statique à la plaque. AFNOR,* avril 2000.

[17] N. P. 98-200-2, *Mesure de la déflexion. Déflectomètre Benkelman. AFNOR.,* 1992.

ANNEXES

ANNEXE 1 63
ANNEXE 2 106

ANNEXES

ANNEXE 1

Les exigences du CCTP.

Tableau 31 : Exigences du CCTP essai laboratoire du projet RKKK.

Couche	Essai	Norme	Seuil CCTP	Fréquence
PST	CBR à 95% OPM	NF P 94-078 [7]	CBR ≥ 15 %	1/200 m
Couche de forme	CBR à 95% OPM		CBR ≥ 20 %	1/200 m
Couche de forme	IP (%)	NF EN ISO 17892-12 [10]	IP ≤ 30 %	1/200 m
Couche de forme	% Fines < 80 µm	NF EN ISO 17892-4 [9]	%Fine ≤ 30 %	1/200 m
Couche de fondation	CBR à 95% OPM	NF P 94-078 [7]	CBR ≥ 30 %	1/200 m
Couche de fondation	IP (%)	NF EN ISO 17892-12 [10]	IP ≤ 20 (%)	1/200 m
Couche de fondation	% Fines < 80 µm	NF EN ISO 17892-4 [9]	%Fine ≤ 20 (%)	1/200 m
Matériaux mise en place avant stabilisation	CBR à 95% OPM	NF P 94-078 [7]	CBR ≥ 30 (%)	1/200 m
Matériaux mise en place avant stabilisation	IP (%)	NF EN ISO 17892-12 [10]	IP ≤ 20 (%)	1/200 m
Matériaux mise en place avant stabilisation	% Fines < 80 µm	NF EN ISO 17892-4 [9]	%Fine ≤ 20 (%)	1/200 m
Base stabilisée	CBR à 95% OPM après cure	NF P 94-078 [7]	CBR ≥ 120 (%)	1/tronçon
Couche de roulement BB 0/10	Teneur en liant	NF EN 12697-1 [11]	5,4 ± 0,5 (%)	3/jour
Couche de roulement BB 0/10	Stabilité Marshall	NF EN 12697-34 [11]	≥ 1 000 kg	1/1000 ml
Couche de roulement BB 0/10	Fluage Marshall		≤ 4 mm	1/1000 ml
Couche de roulement BB 0/10	Compacité carotte	NF EN 12697-6 [12]	IC ≥ 98 (%)	1/250 m

PST : Partie Supérieure de Terrassement ; CBR : California Bearing Ratio (Indice Portant Californien) ; IC : Indice de compacité carotte ; IP : Indice de Plasticité.

ESSAI LABORATOIRE

1. PST résultats complets (38 PV)

Le tableau 32 présente l'intégralité des 38 procès-verbaux. Les valeurs CBR inférieures à 15 sont signalées en fond rouge. La mention « Pas d'essai » au PK 5+880 indique l'absence de mesure CBR sur ce point, qui correspond à une zone de fond de substitution. Les colonnes LP ont été reconstituées à partir des PV originaux (LP = LL - IP).

Tableau 32 : Résultats d'essais de laboratoire de la PST (38 PV).

PK	Nature	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité
PK 1+950	Sable Argileux	1,8	11,61	14	Non conforme
PK 2+220	Latérite schisteuse	1,92	14,68	17	Conforme
PK 2+420	Latérite schisteuse	1,94	14,68	17	Conforme
PK 2+520	Latérite schisteuse	1,94	13,38	28	Conforme
PK 2+620	Latérite schisteuse	2	13,38	22	Conforme
PK 2+820	Latérite schisteuse	1,98	13,9	19	Conforme
PK 2+920	Latérite schisteuse	2,08	9,89	23	Conforme
PK 3+030	Graveleux latéritique	1,867	16	24	Conforme
PK 3+220	Latérite schisteuse	2,07	9,89	22	Conforme
PK 3+520	Graveleux schisteux	1,967	14,2	22	Conforme
PK 3+720	Sable Argileux	2,04	11,61	14	Non conforme
PK 4+020	Graveleux latéritique	1,86	15,5	19	Conforme
PK 4+220	Latérite schisteuse	1,88	14,16	17	Conforme
PK 4+420	Latérite schisteuse	1,92	13,12	17	Conforme
PK 4+620	Latérite schisteuse	2,11	10,13	31	Conforme

PK	Nature	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité
PK 4+820	Latérite schisteuse	1,87	14,16	16	Conforme
PK 5+020	Argile peu graveleuse	1,94	14,94	15	Conforme
PK 5+120	Graveleux latéritique	1,96	13,9	29	Conforme
PK 5+420	Latérite graveleux	2,06	9,41	20	Conforme
PK 5+620	Latérite schisteuse	2,14	7,76	51	Conforme
PK 5+880	Latérite schisteuse	1,906	12,9	-	Non conforme
PK 6+000-6+200	Latérite schisteuse	1,767	17,9	12	Non conforme
PK 6+420	Sable argileux	2,04	10,86	24	Conforme
PK 6+520	Graveleux latéritique	2,01	12,6	35	Conforme
PK 6+650	Schiste	1,864	15,7	14	Non conforme
PK 6+680	Graveleux latéritique	2,049	11,2	27	Conforme
PK 6+820	Graveleux latéritique	1,87	14,94	12	Non conforme
PK 7+020	Sable argileux	1,98	11,86	27	Conforme
PK 7+220	Graveleux latéritique	2,01	11,36	15	Conforme
PK 7+720	Sable argileux	1,85	16,01	19	Conforme
PK 7+920	Sable argileux	1,85	16,55	20	Conforme
PK 8+020	Graveleux latéritique	1,982	16,6	21	Conforme
PK 8+420	Latérite schisteuse	2	9,65	43	Conforme
PK 8+620	Graveleux latéritique	1,91	13,1	48	Conforme
PK 9+020	Graveleux latéritique	2,037	10,6	21	Conforme
PK 9+420	Graveleux latéritique	2,1	11,11	19	Conforme
PK 9+520	Graveleux latéritique	1,959	14,7	30	Conforme
PK 10+020	Graveleux latéritique	1,961	10,1	44	Conforme
Minimum		1,767	7,76	12	
Maximum		2,14	17,9	51	
Moyenne		1,96	13,00	23,46	

PK	Nature	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité
ECARTYPE		0,09	2,42	9,85	

Source : PV d'essais SCORE BTP et CIRMA, route RKKK. Seuil CBR ≥ 15 (CCTP).

2. Couche de forme résultats complets (44 PV)

Le tableau 33 présente les 39 PV de la couche de forme. Les mentions « Non renseigné » aux PK 2+000 et 5+020 indiquent l'absence de résultat CBR sur ces points dans les PV originaux. Les deux échantillons au PK 7+720 (Échantillons A et Échantillons B) correspondent à deux prélèvements distincts réalisés sur le même point kilomètre à des positions transversales différentes.

Tableau 33: Résultats d'essais de laboratoire de la couche de forme (44 PV).

N°	PK	Nature	IP (%)	% fines	γd OPM (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité
1	PK 2+000	Graveleux Argileux	24	21	2,1	8,46	-	Non conforme
2	PK 2+220	Graveleux Argileux	26	25	1,96	13,69	41	Conforme
3	PK 2+370	Graveleux Latéritique	17	27	1,89	15,23	28	Conforme
4	PK 2+400	Sable Argileux	22	29	2,09	9,87	28	Conforme
5	PK 2+520	Sable argileux	25	28	1,95	13,38	22	Conforme
6	PK 2+540	Graveleux Argileux	-	-	1,87	14,42	25	Non conforme
7	PK 2+040	Graveleux Schisteux	24	25	2,03	11,36	25	Conforme
8	PK 2+920	Sable argileux latéritique	22	29	1,94	13,64	20	Conforme
9	PK 3+020	Graveleux Latéritique	17	25	2,02	12,4	24	Conforme
10	PK 3+220	Graveleux Latéritique	22	28	2,07	10,62	24	Conforme
11	PK 3+420	Graveleux Latéritique	19	18	1,93	13,34	32	Conforme
12	PK 3+520	Graveleux Latéritique	19	30	1,98	14,7	21	Conforme
13	PK 3+720	Graveleux Argileux	22	25	2,05	10,86	27	Conforme

N°	PK	Nature	IP (%)	% fines	γd OPM (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité
14	PK 4+020	Graveleux Latéritique	29	25	2,07	11,36	20	Conforme
15	PK 4+220	Graveleux Latéritique	20	30	2,07	11,02	26	Conforme
16	PK 4+420	Graveleux Latéritique	-	24	2,15	8,54	25	Non conforme
17	PK 4+520	Graveleux Latéritique	17	27	2,11	10,4	26	Conforme
18	PK 4+720	Graveleux Latéritique	22	24	1,99	11,61	20	Conforme
19	PK 4+920	Graveleux Argileux	20	29	2,26	10,33	24	Conforme
20	PK 5+020	Graveleux Latéritique	24	-	-	-	-	Non conforme
21	PK 5+220	Graveleux Argileux	22	26	2,04	13,44	23	Conforme
22	PK 5+420	Graveleux Argileux	18	27	2,2	7,99	35	Conforme
23	PK 5+520	Graveleux Latéritique	23	31	1,875	16,8	28	Conforme
24	PK 5+780	Graveleux	23	30	2,06	10,2	25	Conforme
25	PK 5+920	Graveleux Latéritique	20	27	2	13,12	44	Conforme
26	PK 6+020	Graveleux Latéritique	21	29	1,77	17,6	25	Conforme
27	PK 6+220	Argile peu graveleuse	25	44	1,9	12,4	25	Non conforme
28	PK 6+520	Graveleux Latéritique	23	27	1,875	14,2	25	Conforme
29	PK 6+720	Graveleux Argileux	21	25	1,93	14,94	33	Conforme
30	PK 6+920	Graveleux Latéritique	22	30	2,03	12,82	23	Conforme
31	PK 7+020	Graveleux Latéritique	14	21	2,09	12,9	32	Conforme
32	PK 7+420	Graveleux	22	22	2,16	8,7	41	Conforme
33	PK 7+520	Graveleux Latéritique	17	20	2,08	12,9	33	Conforme
34	PK 7+720 (Éch. A)	Graveleux Latéritique	17	30	2,05	10,13	20	Conforme
35	PK 7+720 (Éch. B)	Latérite Schisteuse	31	50	1,84	14,61	16	Non conforme

N°	PK	Nature	IP (%)	% fines	γd OPM (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité
36	PK 7+920	Graveleux Latéritique	23	29	1,96	9,41	25	Conforme
37	PK 8+020	Graveleux Latéritique	20	27	2,09	12,1	25	Conforme
38	PK 8+520	Graveleux Latéritique	17	26	1,98	11,5	27	Conforme
39	PK 8+720	Graveleux	21	21	2,17	8,4	40	Conforme
40	PK 9+020	Graveleux	22	26	2,08	10,1	40	Conforme
41	PK 9+220	Graveleux Argileux	26	22	2,12	10,38	30	Conforme
42	PK 9+520	Graveleux Argileux	22	27	1,82	16,3	39	Conforme
43	PK 9+720	Argile peu Graveleux	23	24	2,07	11,36	27	Conforme
44	PK 10+020	Schiste Latéritique	-	57	1,65	22,55	14	Non conforme
Minimum			14	18	1,65	7,99	14	
Maximum			31	57	2,26	22,55	44	
Moyenne			21,56	27,79	2,01	12,33	27,45	
Écart-type			3,38	7,19	0,12	2,84	6,98	

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2025). Seuils : CBR ≥ 20, IP ≤ 30, Fines ≤ 30 % (CCTP). Les PV sans CBR sont classés non conformes.

3. Couche de fondation résultats complets (42 PV)

Le tableau 34 présente l'intégralité des 42 PV de la couche de fondation. Tous les résultats CBR sont conformes. Les points aux PK 4+720, 5+320, 8+420 et 9+920 affichent des valeurs CBR égales au seuil minimal de 30 et nécessiteront un contrôle densimétrique renforcé lors de la mise en œuvre. Les prélèvements aux PK 6+520 et 8+020 ont fait l'objet d'une correction CEBTP (1984) du fait d'éléments supérieurs à 20 mm (respectivement 14,8 % et 16,3 %).

Tableau 34: Résultats d'essais de laboratoire de la couche de fondation (42 PV).

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	Wopt (%)	γd max (t/m³)	CBR 95% (%)	Conformité
1	PK 1+920	RKK-S1395-IC	20	15	8,72	2,15	31	Conforme
2	PK 2+120	RKK-S1282-IC	19	19	11,38	2,04	48	Conforme
3	PK 2+220	RKK-S1394-IC	16	17	8,65	2,2	31	Conforme
4	PK 2+380-2+450	RKK-S0000-IC	-	18	11,82	1,99	37	Non conforme
5	PK 2+420	RKK-S1605-IC	19	16	10,83	2,06	34	Conforme
6	PK 2+440	RKK-S0000-IC	-	16	11,08	2,01	37	Non conforme
7	PK 2+520	RKK-S1604-IC	19	15	10,34	2,07	42	Conforme
8	PK 2+620	RKK-S0000-IC	18	18	11,61	2,05	34	Conforme
9	PK 2+820	RKK-S1603-IC	21	19	10,34	2,08	34	Non conforme
10	PK 2+920	RKK-S1618-IC	22	18	9,14	2,12	34	Non conforme
11	PK 3+020	RKK-S0-IC	15	15	9,4	2,184	40	Conforme
12	PK 3+220	RKK-S0-IC	18	20	12,57	2,04	31	Conforme
13	PK 3+520	RKK-S0381	15	16	10,6	2,17	37	Conforme
14	PK 3+720	RKK-S0-IC	20	16	12,22	1,99	31	Conforme
15	PK 4+020	RKK-S0434-IC	18	18	11,1	2,038	37	Conforme
16	PK 4+220	RKK-S0-IC	19	20	14,13	1,96	33	Conforme
17	PK 4+520	RKK-S0345-IC	11	11	13,6	2,073	45	Conforme
18	PK 4+720	RKK-S0-IC	18	19	11,08	2,09	30	Conforme
19	PK 4+920	RKK-S0-IC	20	19	10,83	2,08	33	Conforme
20	PK 5+020	RKK-S0384-IC	11	11	10,4	2,212	35	Conforme

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	Wopt (%)	γd max (t/m³)	CBR 95% (%)	Conformité
21	PK 5+320	RKK-S0-IC	16	19	10,83	2,04	30	Conforme
22	PK 5+520	RKK-S0388-IC	17	17	11,4	2,04	43	Conforme
23	PK 5+760	RKK-S1668-IC	-	-	14,37	2,02	38	Non conforme
24	PK 5+820	RKB-LABO-SOL1001	17	17	9,8	2,08	42	Conforme
25	PK 6+020	RKK-S0-IC	20	19	12,1	2,05	54	Conforme
26	PK 6+220	RKB-LABO-SOL1018	18	18	8,8	2,14	61	Conforme
27	PK 6+520	RKK-S0585-IC	16	16	11,2	2,13	33	Conforme
28	PK 6+920	RKK-S0-IC	15	19	9,14	2,04	32	Conforme
29	PK 7+020	RKK-S0421-IC	20	20	11,9	1,98	31	Conforme
30	PK 7+420	RKB-LABO-SOL1026	19	18	11,1	2,12	33	Conforme
31	PK 7+520	RKK-S0435-IC	18	18	14,7	1,98	33	Conforme
32	PK 7+620	RKK-S1353-IC	20	19	10,46	2,04	33	Conforme
33	PK 7+820	RKK-S0-IC	15	18	13,6	1,99	32	Conforme
34	PK 8+020	RKK-S0430-IC	20	20	10,1	2,1	33	Conforme
35	PK 8+220	RKK-S0-IC	21	19	11,21	2,01	32	Non conforme
36	PK 8+420	RKK-S0-IC	17	16	9,14	2	30	Conforme
37	PK 9+020	RKK-S0449-IC	20	20	11,1	2,03	35	Conforme

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	Wopt (%)	γd max (t/m³)	CBR 95% (%)	Conformité
38	PK 9+220	RKK-S0-IC	17	16	9,14	2,05	31	Conforme
39	PK 9+520	RKK-S0584-IC	17	17	10,4	2,12	34	Conforme
40	PK 9+720	RKK-S0-IC	18	21	10,59	2,03	32	Conforme
41	PK 9+920	RKK-S1671-IC	-	17	9,86	2,03	30	Non conforme
42	PK 10+020	RKK-S0723-IC	16	16	10,9	2,13	32	Conforme
Minimum	11	11	8,65	1,96	30	1,96	30	-
Maximum			22	21	14,7	2,212	61	-
Moyenne			17,79	17,46	10,99	2,07	35,67	
ECARTYPE			2,46	2,17	1,51	0,06	6,58	

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2025). Seuils : CBR ≥ 30, IP ≤ 20, Fines ≤ 20 % (CCTP).

4. Matériau mis en place avant stabilisation : résultats complets (39 PV)

Le tableau 35 présente les 39 PV de la couche de base non stabilisée. Les trois points non conformes au CBR sont localisés aux PK 3+220, 5+820 et 6+220. Les données de fines ne figuraient pas dans les PV collectés pour cette couche.

Tableau 35 : Résultats d'essais du matériau mis en place avant stabilisation (39 PV).

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité CCTP
1	2+050	RKK-S1545-IC	17	16	2,07	10,86	42	Conforme
2	2+250	RKK-S1546-IC	16	17	2,07	9,89	44	Conforme
3	2+620	RKK-S1629-IC	18	16	2,01	12,61	36	Conforme
4	2+820	RKK-S1627-IC	20	19	2,07	10,86	39	Conforme
5	3+020	RKB-LABO-SOL 0654	20	17	2,177	7,5	31	Conforme
6	3+220	RKB-LABO-SOL 1033	18	17	2,145	9,5	27	Non conforme

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité CCTP
7	3+520	RKB-LABO-SOL 0646	20	19	2,23	7,2	46	Conforme
8	3+820	RKB-LABO-SOL 1034	28	18	2,112	9,9	33	Conforme
9	4+020	RKB-LABO-SOL 0629	20	17	2,035	11,8	45	Conforme
10	4+220	RKB-LABO-SOL 1035	17	17	2,096	9,9	38	Conforme
11	4+520	RKB-LABO-SOL 0615	17	17	2,177	7,1	48	Conforme
12	4+620	RKB-LABO-SOL 0990	19	18	2,115	9,3	34	Conforme
13	4+820	RKB-LABO-SOL 0991	20	17	2,116	9,1	68	Conforme
14	5+020	RKB-LABO-SOL 0651	17	18	2,117	9,6	44	Conforme
15	5+220	RKB-LABO-SOL 1038	19	15	2,043	10,9	35	Conforme
16	5+420	RKB-LABO-SOL 1039	18	16	1,991	11,1	32	Conforme
17	5+520	RKB-LABO-SOL 0652	18	15	2,035	10,2	34	Conforme
18	5+620	RKK-S1037-IC	19	-	1,99	11,82	49	Conforme
19	5+820	RKB-LABO-SOL 1036	24	17	2,105	9,5	19	Non conforme
20	6+020	RKB-LABO-SOL 1040	20	16	2,144	7,5	39	Conforme
21	6+220	RKB-LABO-SOL 1041	17	15	2,01	10,4	23	Non conforme
22	6+420	RKB-LABO-SOL 1042	19	17	1,997	10,6	32	Conforme
23	6+520	RKB-LABO-SOL 0595	16	14	2,22	8,4	39	Conforme

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité CCTP
24	6+620	RKK_LABO_SOL 1058	20	18	2,174	8,4	32	Conforme
25	6+820	RKK_LABO_SOL 1059	16	16	2,157	8,7	38	Conforme
26	7+020	RKB-LABO-SOL 0599	17	15	2,211	8,3	32	Conforme
27	7+220	RKK_LABO_SOL 1060	17	16	2,04	9,9	37	Conforme
28	8+020	RKB-LABO-SOL 0587	19	18	1,968	13,7	35	Conforme
29	8+220	RKB-LABO-SOL 1075	19	20	2,113	8,1	30	Conforme
30	8+420	RKB-LABO-SOL 1076	19	19	2,113	8,8	42	Conforme
31	8+500	RKB-LABO-SOL 0588	18	17	2,075	10,9	45	Conforme
32	8+620	RKB-LABO-SOL 1077	18	19	2,025	8,7	41	Conforme
33	8+820	RKB-LABO-SOL 1078	20	20	1,999	11,5	41	Conforme
34	9+020	RKB-LABO-SOL 1079	19	17	2,147	8,7	33	Conforme
35	9+220	RKB-LABO-SOL 1080	18	18	2,063	9,6	31	Conforme
36	9+520	RKB-LABO-SOL 0597	16	16	2,188	10,6	49	Conforme
37	9+620	RKB-LABO-SOL 1082	34	17	2,069	9,2	36	Conforme
38	9+750	RKB-LABO-SOL 0788	18	18	1,984	10,9	42	Conforme
39	10+020	RKB-LABO-SOL 0738	18	17	2,127	8,3	44	Conforme
Minimum			16	14	1,968	7,1	19	

N°	PK	Référence PV	Fine<80µm (%)	IP (%)	γd max (t/m3)	Wopt (%)	CBR 95% (%)	Conformité CCTP
Maximum			34	20	2,23	13,7	68	
Moyenne			19,05	17,08	2,09	9,74	38,08	
ECARTYPE			3,29	1,40	0,07	1,50	8,43	

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2025). Seuil CBR ≥ 30, IP ≤ 20 (CCTP).

5. Couche de base stabilisée résultats complets (22 PV)

Tous les résultats CBR satisfont à l'exigence supérieure ou égale à 120. Le taux de stabilisation est de 3 % CPA pour l'ensemble des tronçons.

Tableau 36: Résultats d'essais de la couche de base stabilisée (22 PV).

N°	Tronçon / PK	Référence PV	Taux stab.	Wopt (%)	γdmax (t/m³)	CBR 95% (%)	Conformité
1	PK 1+990 – 3+000	RKK-S1753-IC	3%	11,61	2,1	135	Conforme
2	PK 3+000 – 3+640	RKK-S1193-IC	3%	11,06	2,19	144	Conforme
3	PK 3+630 – 3+780	RKK-S1208-IC	3%	13,02	2,03	150	Conforme
4	PK 3+780 – 4+180	RKB-LABO-SOL 1043	3%	9,9	2,097	140	Conforme
5	PK 4+280 – 4+380	RKB-LABO-SOL 1023	3%	11,1	2,168	173	Conforme
6	PK 4+380 – 4+480	RKB-LABO-SOL 1022	3%	11,1	2,168	181	Conforme
7	PK 4+480 – 4+740	RKB-LABO-SOL 1046	3%	11,9	2,06	185	Conforme
8	PK 4+740 – 5+150	RKB-LABO-SOL 1047	3%	10,1	2,152	149	Conforme
9	PK 5+150 – 5+900	RKB-LABO-SOL 1074	3%	11,3	2,068	169	Conforme
10	PK 5+900 – 6+210	RKB-LABO-SOL 1083	3%	11,1	2,092	172	Conforme

N°	Tronçon / PK	Référence PV	Taux stab.	Wopt (%)	γdmax (t/m³)	CBR 95% (%)	Conformité
11	PK 6+210 – 7+010	RKB-LABO-SOL 1088	3%	10,7	2,049	194	Conforme
12	PK 7+010 – 8+120	RKB-LABO-SOL 1091	3%	9,9	2,112	177	Conforme
13	PK 7+330 – 7+520	RKK-S1448-IC	3%	13,49	2,06	127	Conforme
14	PK 7+670 – 7+780	RKK-S1453-IC	3%	9,89	2,13	141	Conforme
15	PK 8+120 – 8+540	RKB-LABO-SOL 1092	3%	13,6	2,052	170	Conforme
16	PK 8+540 – 8+940	RKK-S1134-IC	3%	12,09	2,07	167	Conforme
17	PK 8+940 – 9+580	RKK-S1142-IC	3%	12,05	2,13	163	Conforme
18	PK 9+260 (amorces)	RKK-S1848-IC	3%	11,11	2,08	134	Conforme
19	PK 9+580 – 9+920	RKK-S1147-IC	3%	11,36	2,07	162	Conforme
20	PK 9+920 – 10+200	RKK-S1157-IC	3%	13,38	2,03	130	Conforme
21	PK 10+260 – 10+300	RKK-S1762-IC	3%	11,07	2,09	131	Conforme
22	PK 10+270 – 10+600	RKK-S1763-IC	3%	11,32	2,07	140	Conforme
Minimum				9,89	2,03	127	
Maximum				13,6	2,19	194	
Moyenne				11,46	2,09	156,09	
Écart-type				1,12	0,05	20,12	

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2025). Seuil CBR ≥ 120, taux de stabilisation 3 % CPA (CCTP).

6. Analyse granulométrique après extraction des résultats complets (36 prélèvements)

Le tableau 37 présente les 36 analyses granulométriques et teneurs en liant réalisées sur la couche de roulement. Toutes les courbes s'inscrivent dans le fuseau contractuel. Le prélèvement N°12 au PK 5+190 a présenté une teneur en liant externe de 5,93 %, légèrement supérieure au seuil maximal de 5,90 %. Le contrôle de vérification par centrifugeuse (N°13) a confirmé la conformité avec une valeur de 5,86 %.

Tableau 37: Analyse granulométrique et teneur en liant du BB 0/10 (36 prélèvements)

N°	Date	PK / Situation	TL Ext. (%)	TL Int. (%)	Mod. Rich.	Fuseau	Conformité TL
1	11/02/2026	PK 2+600 D (accotement)	5,37	5,20	3,2	Oui	Conforme
2	11/02/2026	PK 2+960 G (accotement)	5,51	5,22	3,2	Oui	Conforme
3	12/02/2026	PK 2+290 D	5,79	5,47	3,5	Oui	Conforme
4	13/02/2026	PK 2+920 G	5,79	5,47	3,6	Oui	Conforme
5	15/02/2026	PK 2+780 D	5,69	5,38	3,5	Oui	Conforme
6	12/08/2025	PK 3+734 D	5,61	5,32	3,4	Oui	Conforme
7	12/08/2025	PK 3+560 G	5,68	5,37	3,4	Oui	Conforme
8	12/08/2025	PK 4+170 D	5,50	5,22	3,3	Oui	Conforme
9	12/08/2025	PK 4+945 D	5,68	5,37	3,4	Oui	Conforme
10	17/08/2025	PK 4+400 G	5,58	5,29	3,4	Oui	Conforme
11	17/08/2025	PK 4+440 G	5,25	4,98	3,2	Oui	Conforme
12	18/08/2025	PK 5+190 G	5,93	5,60	3,5	Oui	Non conforme
13	18/08/2025	PK 5+190 G (centri.)	5,86	5,55	3,5	Oui	Conforme
14	19/08/2025	PK 5+580 D	5,79	5,47	3,5	Oui	Conforme

N°	Date	PK / Situation	TL Ext. (%)	TL Int. (%)	Mod. Rich.	Fuseau	Conformité TL
15	19/08/2025	PK 6+240 D	5,24	4,98	3,2	Oui	Conforme
16	22/08/2025	PK 6+150 G	5,70	5,40	3,5	Oui	Conforme
17	22/08/2025	PK 6+150 G (centri.)	5,81	5,49	3,6	Oui	Conforme
18	22/08/2025	PK 6+570 D	5,41	5,13	3,2	Oui	Conforme
19	25/08/2025	PK 6+400 D	5,71	5,40	3,5	Oui	Conforme
20	25/08/2025	PK 6+950 D	5,02	4,78	3,0	Oui	Conforme
21	27/08/2025	PK 9+460 G (accotement)	5,51	5,22	3,4	Oui	Conforme
22	27/08/2025	PK 9+460 G (centri.)	5,88	5,55	3,6	Oui	Conforme
23	29/08/2025	PK 9+630 D (accotement)	5,52	5,23	3,4	Oui	Conforme
24	29/08/2025	PK 9+630 D (centri.)	5,70	5,40	3,4	Oui	Conforme
25	30/08/2025	PK 7+870 G	5,58	5,28	3,3	Oui	Conforme
26	30/08/2025	PK 8+495 G	5,38	5,11	3,3	Oui	Conforme
27	30/08/2025	PK 8+495 G (SBA)	5,21	4,95	3,2	Oui	Conforme
28	03/09/2025	PK 8+100 D	5,78	5,46	3,6	Oui	Conforme
29	02/09/2025	PK 8+100 D (centri.)	5,86	5,73	3,6	Oui	Conforme
30	02/09/2025	PK 8+800 D	5,22	4,96	3,2	Oui	Conforme
31	03/09/2025	PK 10+030 G	5,06	4,82	3,1	Oui	Conforme

N°	Date	PK / Situation	TL Ext. (%)	TL Int. (%)	Mod. Rich.	Fuseau	Conformité TL
32	03/09/2025	PK 9+560 G (centri.)	5,66	5,36	3,4	Oui	Conforme
33	10/09/2025	PK 7+320 G	5,43	5,15	3,3	Oui	Conforme
34	10/09/2025	PK 7+684 G (centri.)	5,65	5,35	3,5	Oui	Conforme
35	11/09/2025	PK 7+690 D	5,39	5,11	3,2	Oui	Conforme
36	11/09/2025	PK 7+690 D (centri.)	5,80	5,48	3,4	Oui	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2025-2026). Seuil TL = 5,4 ± 0,5 % (CCTP). Normes NF EN 12697-1/2

Tableau 38 : Résultats de la pesée hydrostatique par carottage du BB 0/10

N°	PV	PK	Pos.	Ép. moy. (mm)	Masse air (g)	Masse eau (g)	Masse imm. (g)	T eau (°C)	Densité carotte (t/m³)	MVA Marshall (t/m³)	IC (%)	Conformité (IC ≥ 98%)
PV N0012 : PK 02+000 – PK 03+000												
1	N0012	02+000	D	58.95	1049.0	600.8	1050.3	26	2.33	2.34	**99%**	**C**
2	N0012	02+200	G	51.90	950.5	542.7	951.1	26	2.32	2.34	**99%**	**C**
3	N0012	02+400	D	45.10	832.1	462.4	833.0	26	2.24	2.29	**98%**	**C**
4	N0012	02+600	G	58.42	1058.6	606.4	1059.1	26	2.33	2.35	**99%**	**C**
5	N0012	02+800	D	52.49	995.1	564.5	995.7	26	2.30	2.35	**98%**	**C**
6	N0012	03+000	G	51.05	943.1	540.5	944.1	26	2.33	2.32	**100%**	**C**
Synthèse PV N0012 : IC min = 98% ; IC max = 100% ; Conformes : 6/6											**6/6 (100%)**	
PV N008 : PK 03+250 – PK 05+000												
7	N008	03+250	D	48.22	848.1	480.7	849.3	25	2.29	2.31	**99%**	**C**
8	N008	03+500	G	46.47	804.1	452.0	805.3	25	2.27	2.31	**98%**	**C**
9	N008	03+750	D	49.90	871.8	492.8	872.5	25	2.29	2.31	**99%**	**C**
10	N008	04+750	G	51.93	907.5	511.7	909.5	25	2.27	2.31	**98%**	**C**
11	N008	05+000	D	48.33	818.8	453.4	819.8	25	2.23	2.31	**98%**	**C**

Synthèse PV N008 : IC min = 96% ; IC max = 99% ; Conformes : 5/5											**5/5 (100%)**	
PV N0001 : PK 03+890 – PK 04+160 (Planche d'essai)												
12	N0001	04+000	D	62.53	1109.6	635.7	1110.1	28	2.33	2.37	**98%**	**C**
13	N0001	04+100	G	63.36	1063.9	589.5	1067.7	28	2.22	2.28	**98%**	**C**
Synthèse PV N0001 : IC min = 97% ; IC max = 98% ; Conformes : 1/2											**2/2 (100%)**	
PV N0004 : PK 05+200 – PK 07+200												
14	N0004	05+200	G	56.63	953.5	531.2	954.2	25	2.25	2.30	**98%**	**C**
15	N0004	05+400	D	56.24	925.3	518.2	926.4	25	2.26	2.31	**98%**	**C**
16	N0004	05+600	G	58.82	1035.8	575.5	1037.3	25	2.24	2.30	**99%**	**C**
17	N0004	05+800	D	59.24	1010.0	566.5	1010.5	25	2.27	2.30	**99%**	**C**
18	N0004	06+000	G	57.32	1001.9	562.6	1002.1	25	2.27	2.30	**99%**	**C**
19	N0004	06+200	D	54.07	955.3	541.1	956.1	25	2.30	2.31	**99%**	**C**
20	N0004	06+400	G	45.87	930.5	525.5	932.8	25	2.28	2.32	**98%**	**C**
21	N0004	06+600	D	50.51	834.2	465.2	835.2	25	2.25	2.31	**98%**	**C**
22	N0004	06+800	G	62.18	1112.2	634.6	1112.9	25	2.32	2.31	**100%**	**C**
23	N0004	07+000	D	55.06	942.3	531.1	943.6	25	2.28	2.31	**99%**	**C**
24	N0004	07+200	G	66.61	1158.6	651.8	1159.5	25	2.28	2.31	**99%**	**C**
Synthèse PV N0004 : IC min = 97% ; IC max = 100% ; Conformes : 11/11											**11/11 (100%)**	
PV N006 : PK 07+000 (Pont)												
25	N006	07+000 (Pont)	D	95.12	1560.0	878.5	1560.8	25	2.28	2.35	**99%**	**C**
26	N006	07+000 (Pont)	G	107.53	1851.2	1051.7	1853.3	25	2.30	2.35	**98%**	**C**
Synthèse PV N006 : IC min = 97% ; IC max = 98% ; Conformes : 2/2											**2/2 (100%)**	
PV N005 — PK 07+900 – PK 09+900												
27	N005	07+900	G	50.82	871.9	490.4	872.0	25	2.28	2.31	**99%**	**C**
28	N005	08+150	D	53.21	882.3	486.3	884.9	25	2.21	2.31	**98%**	**C**
29	N005	08+400	G	59.87	1048.0	598.5	1048.7	25	2.32	2.31	**100%**	**C**
30	N005	08+650	D	52.79	886.4	503.8	888.5	25	2.30	2.31	**99%**	**C**
31	N005	08+900	G	51.87	865.2	478.5	867.5	25	2.22	2.31	**96%**	**C**
32	N005	09+150	D	58.07	996.4	565.4	996.9	25	2.30	2.31	**100%**	**C**
33	N005	09+400	D	52.25	921.4	525.4	922.2	25	2.32	2.31	**100%**	**C**
34	N005	09+650	G	50.54	845.7	473.4	849.4	25	2.24	2.31	**99%**	**C**
35	N005	09+900	D	51.62	871.5	494.3	879.7	25	2.25	2.31	**98%**	**C**
Synthèse PV N005 : IC min = 96% ; IC max = 100% ; Conformes : 9/9											**9/9 (100%)**	

PV N014 — PK 10+150 – PK 10+170												
36	N014	10+150	VG/D	62.87	1138.8	650.3	1139.4	29	2.32	2.36	**98%**	**C**
37	N014	10+170	VD/D	67.55	1193.7	678.7	1194.7	29	2.30	2.34	**98%**	**C**
38	N014	10+150	G	46.37	850.6	487.7	851.5	29	2.33	2.36	**99%**	**C**
Synthèse PV N014 : IC min = 98% ; IC max = 99% ; Conformes : 3/3											**3/3 (100%)**	
TOTAL GÉNÉRAL : 38 carottes testées | IC ≥ 98% (seuil CCTP)											**38/38 (100%)**	

ESSAI IN SITU

1. Supérieure de terrassement (PST)

1.1. Compacité in situ de la PST (41 mesures)

Toutes les mesures sont conformes au seuil Ic supérieur ou égal à 95 %.

Tableau 39: Résultats de compacité in situ de la PST (NF P 94-061-3).

N°	PK	e (cm)	ds (g/cm³)	γd OPM (g/cm³)	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
1	PK 2+020	30	2,06	2,10	98,18	Conforme
2	PK 2+400	30	2,03	2,09	97,12	Conforme
3	PK 2+500	30	1,86	1,94	95,93	Conforme
4	PK 2+640	30	1,94	2,00	97,01	Conforme
5	PK 2+740	30	1,97	2,00	98,57	Conforme
6	PK 2+840	30	2,02	2,08	97,12	Conforme
7	PK 2+940	30	2,01	2,08	96,62	Conforme
8	PK 3+020	30	1,92	2,00	95,95	Conforme
9	PK 3+220	30	1,71	1,78	96,20	Conforme
10	PK 3+420	30	1,83	1,84	99,56	Conforme
11	PK 3+580	30	1,76	1,84	95,70	Conforme
12	PK 3+840	30	2,01	2,04	98,32	Conforme
13	PK 4+040	30	2,00	2,04	98,05	Conforme
14	PK 4+240	30	1,77	1,77	96,55	Conforme
15	PK 4+540	30	1,99	2,01	99,03	Conforme
16	PK 4+740	30	2,00	2,01	99,32	Conforme
17	PK 4+940	30	1,98	2,03	97,43	Conforme
18	PK 5+140	30	1,95	2,03	96,23	Conforme
19	PK 5+440	30	2,13	2,18	97,90	Conforme
20	PK 5+640	30	2,10	2,18	96,37	Conforme

N°	PK	e (cm)	ds (g/cm³)	γd OPM (g/cm³)	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
21	PK 5+820	30	1,79	1,87	95,56	Conforme
22	PK 5+900	30	1,83	1,90	96,37	Conforme
23	PK 6+100	30	1,82	1,90	95,83	Conforme
24	PK 6+200	30	1,86	1,90	97,98	Conforme
25	PK 6+320	30	1,84	1,91	96,32	Conforme
26	PK 6+520	30	1,95	2,01	97,05	Conforme
27	PK 6+720	30	1,94	2,01	96,32	Conforme
28	PK 6+820	30	1,93	2,01	95,89	Conforme
29	PK 7+020	30	1,94	2,01	96,58	Conforme
30	PK 7+220	30	2,03	2,10	96,89	Conforme
31	PK 7+720	30	1,95	2,03	95,98	Conforme
32	PK 7+920	30	1,95	2,03	96,28	Conforme
33	PK 8+120	30	1,93	2,03	95,15	Conforme
34	PK 8+300	30	1,95	2,03	96,25	Conforme
35	PK 8+500	30	1,73	1,78	97,17	Conforme
36	PK 9+000	30	1,93	1,99	97,03	Conforme
37	PK 9+200	30	1,86	1,94	95,72	Conforme
38	PK 9+400	30	1,85	1,94	95,30	Conforme
39	PK 9+600	30	1,87	1,94	96,16	Conforme
40	PK 9+800	30	1,95	2,02	96,42	Conforme
41	PK 10+000	30	1,96	2,04	96,28	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : Ic ≥ 95 % OPM. e = épaisseur examinée.

1.2. Essais de plaque EV2 de la PST (35 essais)

Les modules EV1 et EV2 sont exprimés en MPa. Le point au PK 8+150 présente K = 2,16, proche du seuil, mais conforme.

Tableau 40: Résultats des essais de plaque EV2 de la PST.

N°	PK	Date	EV1 (MPa)	EV2 (MPa)	K = EV2/EV1	Conformité
1	PK 2+020	27/10/2025	122,28	140,63	1,15	Conforme
2	PK 2+420	27/10/2025	100,45	125,00	1,24	Conforme
3	PK 2+620	20/09/2025	127,84	195,65	1,53	Conforme
4	PK 2+820	27/10/2025	117,19	150,00	1,28	Conforme
5	PK 3+420	10/02/2024	100,45	112,50	1,12	Conforme
6	PK 3+640	10/02/2024	108,17	136,36	1,26	Conforme
7	PK 3+840	10/02/2024	102,27	121,62	1,19	Conforme
8	PK 4+040	10/02/2024	156,25	187,50	1,20	Conforme
9	PK 4+240	10/02/2024	106,13	128,57	1,21	Conforme
10	PK 4+420	18/12/2023	133,93	180,00	1,34	Conforme
11	PK 4+520	21/12/2023	72,12	102,27	1,42	Conforme
12	PK 4+720	21/12/2023	114,80	107,14	0,93	Conforme
13	PK 4+920	21/12/2023	130,81	195,65	1,50	Conforme
14	PK 5+120	21/12/2023	60,48	91,84	1,52	Conforme
15	PK 5+520	21/02/2025	92,21	125,00	1,36	Conforme
16	PK 5+920	18/02/2025	104,17	125,00	1,20	Conforme
17	PK 6+120	18/02/2025	74,01	77,59	1,05	Conforme
18	PK 6+320	29/04/2024	175,78	225,00	1,28	Conforme
19	PK 6+520	29/04/2024	152,03	150,00	0,99	Conforme
20	PK 6+660	29/04/2024	181,45	195,65	1,08	Conforme
21	PK 7+220	05/03/2025	110,29	112,50	1,02	Conforme

N°	PK	Date	EV1 (MPa)	EV2 (MPa)	K = EV2/EV1	Conformité
22	PK 7+720	01/04/2024	160,71	173,08	1,08	Conforme
23	PK 7+920	01/04/2024	165,44	195,65	1,18	Conforme
24	PK 8+150	03/04/2024	90,73	195,65	2,16	Conforme
25	PK 8+220	-	127,84	195,65	1,53	Conforme
26	PK 8+420	03/04/2024	148,03	155,17	1,05	Conforme
27	PK 8+620	20/03/2024	125,00	180,00	1,44	Conforme
28	PK 8+820	20/03/2024	93,75	160,71	1,71	Conforme
29	PK 9+020	20/03/2024	80,36	140,63	1,75	Conforme
30	PK 9+120	29/04/2024	72,12	102,27	1,42	Conforme
31	PK 9+320	29/04/2024	130,81	195,65	1,50	Conforme
32	PK 9+520	29/04/2024	60,48	91,84	1,52	Conforme
33	PK 9+720	12/06/2024	208,33	236,84	1,14	Conforme
34	PK 9+900	12/06/2024	156,25	204,55	1,31	Conforme
35	PK 10+080	12/06/2024	127,84	187,50	1,47	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuils : EV2 ≥ 50 MPa et K ≤ 2,2.

1.3. Déflexion Benkelman de la PST (25 PV couvrant 40 sections)

Certains PV couvrent plusieurs sous-sections. Les D90 sont séparées par une barre oblique lorsqu'un PV couvre deux sections. La section N°6 (PK 2+840 à 2+980) a nécessité une reprise, signalée par (R).

Tableau 41: Déflexions caractéristiques D90 de la PST

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
1	RKK-S358-B-DEF	PK 2+010 – 2+040	86	91	84	Conforme
2	RKK-S368-B-DEF	PK 2+060 – 2+240 / 2+260 – 2+360	90 / 77	88 / 85	90 / 81	Conforme
3	RKK-S372-DEF	PK 2+370 – 2+440	67	54	93	Conforme
4	RKK-S300-DEF	PK 2+440 – 2+600	101	92	96	Conforme
5	RKK-S343-DEF	PK 2+620 – 2+820	96	96	106	Conforme
6	RKK-S355-DEF (R)	PK 2+840 – 2+980	90	86	96	Conforme
7	RKK-S362-DEF	PK 3+000 – 3+180 / 3+200 – 3+460	83 / 107	69 / 90	79 / 93	Conforme
8	RKK-S366-DEF	PK 3+460 – 3+640 / 3+660 – 3+840	103 / 93	94 / 96	86 / 104	Conforme
9	RKK-S540-DEF	PK 3+900 – 4+080 / 4+100 – 4+360	110 / 102	105 / 99	98 / 90	Conforme
10	RKK-S560-DEF	PK 4+400 – 4+580 / 4+600 – 4+680	96 / 105	91 / 94	87 / 81	Conforme
11	RKK-S520-DEF	PK 4+720 – 4+900 / 4+920 – 5+140	99 / 103	81 / 93	94 / 94	Conforme
12	RKK-S521-DEF	PK 5+440 – 5+620 / 5+640 – 5+760	98 / 101	92 / 86	89 / 101	Conforme
13	RKK-S100-DEF	PK 5+780 – 5+900	81	65	103	Conforme
14	RKK-S106-DEF	PK 5+920 – 6+100 / 6+120 – 6+200	107 / 90	71 / 87	54 / 68	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
15	RKK-S113-DEF	PK 6+300 – 6+580	82	90	99	Conforme
16	RKK-S7-DEF	PK 6+600 – 6+740	60	52	62	Conforme
17	RKK-S366-DEF	PK 6+760 – 6+940 / 6+960 – 7+100	90 / 107	91 / 109	101 / 103	Conforme
18	RKK-S367-DEF	PK 7+120 – 7+300 / 7+320 – 7+580	83 / 106	69 / 90	79 / 93	Conforme
19	RKK-S369-DEF	PK 7+680 – 7+860 / 7+880 – 8+140	96 / 99	90 / 93	109 / 88	Conforme
20	RKK-S-DEF	PK 8+180 – 8+360 / 8+380 – 8+500	87 / 96	95 / 103	88 / 93	Conforme
21	RKK-S76-DEF	PK 8+510 – 8+650	65	92	74	Conforme
22	RKK-S-DEF	PK 8+620 – 8+800 / 8+820 – 9+040	93 / 96	104 / 110	103 / 93	Conforme
23	RKK-S16-DEF	PK 9+040 – 9+220 / 9+240 – 9+500	108 / 81	89 / 58	104 / 78	Conforme
24	RKK-S24-DEF	PK 9+520 – 9+740	88	68	86	Conforme
25	RKK-S-DEF	PK 9+760 – 9+940 / 9+960 – 10+040	83 / 100	69 / 91	79 / 90	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : D90 ≤ 110/100e mm. (R) = résultat après reprise.

2. Couche de forme

2.1. Compacité in situ de la couche de forme (41 mesures)

Les 4 points non conformes (N°16, 17, 19, 20) présentent des valeurs OPM atypiques (2,26 ; 2,16 ; 3,03 ; 4,03 g/cm³), incompatibles avec un graveleux latéritique standard. Ces anomalies sont imputées à des erreurs de saisie dans les PV.

Tableau 42: Résultats de compacité in situ de la couche de forme (NF P 94-061-3).

N°	PK	Côté	e (cm)	γd (g/cm³)	γd OPM (g/cm³)	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
1	PK 2+020	A	30	2,12	2,19	97,00	Conforme
2	PK 2+120	G	30	2,00	2,09	95,58	Conforme
3	PK 2+320	A	30	2,10	2,19	95,87	Conforme
4	PK 2+420	A	30	1,90	1,99	95,48	Conforme
5	PK 2+620	G	30	1,94	2,00	97,23	Conforme
6	PK 2+760	D	30	1,92	2,00	96,11	Conforme
7	PK 2+800	A	30	1,96	2,01	97,54	Conforme
8	PK 3+020	D	30	1,90	2,00	95,09	Conforme
9	PK 3+220	A	30	1,71	1,78	95,99	Conforme
10	PK 3+420	D	30	1,75	1,83	95,51	Conforme
11	PK 3+620	G	30	1,67	1,74	95,98	Conforme
12	PK 3+820	G	30	1,99	2,02	98,44	Conforme
13	PK 4+220	D	30	1,80	1,83	98,34	Conforme
14	PK 4+420	D	30	1,78	1,83	97,44	Conforme
15	PK 4+430	A	30	2,08	1,99	104,34	Conforme
16	PK 4+630	D	30	1,72	2,06	83,50	Non conforme
17	PK 4+830	G	30	1,80	2,06	87,37	Non conforme

N°	PK	Côté	e (cm)	γd (g/cm³)	γd OPM (g/cm³)	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
18	PK 5+220	A	30	2,01	2,03	99,10	Conforme
19	PK 5+620	G	30	1,76	2,03	86,70	Non conforme
20	PK 6+020	D	30	1,92	2,05	93,66	Non conforme
21	PK 6+220	D	30	1,77	1,85	95,83	Conforme
22	PK 6+420	G	30	1,86	1,90	97,74	Conforme
23	PK 6+620	D	30	1,84	1,90	97,01	Conforme
24	PK 6+820	D	30	2,04	2,10	97,32	Conforme
25	PK 7+020	G	30	2,03	2,09	97,29	Conforme
26	PK 7+220	A	30	2,13	2,19	97,21	Conforme
27	PK 7+260	D	30	1,92	1,98	97,09	Conforme
28	PK 7+460	G	30	2,10	2,16	97,09	Conforme
29	PK 8+020	D	30	2,00	2,09	95,76	Conforme
30	PK 8+220	G	30	1,83	1,90	96,45	Conforme
31	PK 8+420	D	30	1,85	1,89	98,07	Conforme
32	PK 8+510	D	30	1,86	1,94	95,70	Conforme
33	PK 8+620	D	30	1,87	1,90	98,47	Conforme
34	PK 8+820	A	30	1,81	1,84	98,25	Conforme
35	PK 9+020	D	30	2,00	2,07	96,68	Conforme
36	PK 9+220	A	30	1,90	1,98	96,02	Conforme

N°	PK	Côté	e (cm)	γd (g/cm³)	γd OPM (g/cm³)	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
37	PK 9+420	G	30	1,81	1,87	96,60	Conforme
38	PK 9+620	D	30	1,89	1,94	97,66	Conforme
39	PK 9+820	D	30	1,84	1,90	96,64	Conforme
40	PK 10+020	A	30	1,97	2,00	98,32	Conforme
41	PK 10+180	G	30	1,82	1,90	95,73	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK. Seuil : Ic ≥ 95 % OPM.

2.2. Essais de plaque EV2 de la couche de forme (38 essais)

Tous les essais sont conformes aux deux critères. Les valeurs K inférieures à 1,0 (0,62 ; 0,96 ; 0,97 ; 0,99) traduisent une forte rigidité initiale du matériau ou un léger déplacement de plaque lors du premier cycle.

Tableau 43: Résultats des essais de plaque EV2 de la couche de forme

N°	Code PV	PK	EV1 (MPa)	EV2 (MPa)	K= EV2/EV1	Conformité
1	RKK-S113-PLA	PK 2+020	93,75	140,63	1,50	Conforme
2	RKK-S120-PLA	PK 2+220	130,81	187,50	1,43	Conforme
3	RKK-S151-PLA	PK 2+420	89,29	125,00	1,40	Conforme
4	RKK-S0-PLA	PK 2+560 G	78,13	107,14	1,37	Conforme
5	RKK-S115-PLA	PK 2+880	65,41	100,00	1,53	Conforme
6	RKK-S1-PLA	PK 3+070 D	75,00	104,65	1,40	Conforme
7	RKK-S1-PLA	PK 3+270 G	49,78	90,00	1,81	Conforme
8	RKK-S1-PLA	PK 3+470 Axe	30,74	56,96	1,85	Conforme
9	RKK-S1-PLA	PK 3+670 D	98,68	112,50	1,14	Conforme

N°	Code PV	PK	EV1 (MPa)	EV2 (MPa)	K= EV2/EV1	Conformité
10	RKK-S3-PLA	PK 3+900 G	79,23	121,62	1,54	Conforme
11	RKK-S3-PLA	PK 4+100 D	127,84	132,35	1,04	Conforme
12	RKK-S-PLA	PK 4+430 D	80,36	125,00	1,56	Conforme
13	RKK-S-PLA	PK 4+630 G	125,00	121,62	0,97	Conforme
14	RKK-S-PLA	PK 4+830 Axe	133,93	140,63	1,05	Conforme
15	RKK-S-PLA	PK 5+030 D	110,29	118,42	1,07	Conforme
16	RKK-S-PLA	PK 5+230 Axe	193,97	214,29	1,10	Conforme
17	RKK-S-PLA	PK 5+430 D	125,00	180,00	1,44	Conforme
18	RKK-S-PLA	PK 5+630 G	112,50	140,63	1,25	Conforme
19	RKK-S-PLA	PK 5+830 Axe	156,25	180,00	1,15	Conforme
20	RKK-S-PLA	PK 6+100 D	193,97	225,00	1,16	Conforme
21	RKK-S86-PLA	PK 6+220 D	117,19	140,63	1,20	Conforme
22	RKK-S0-PLA	PK 6+500 D	119,68	187,50	1,57	Conforme
23	RKK-S17-PLA	PK 6+700 D	119,68	115,38	0,96	Conforme
24	RKK-S14-PLA	PK 6+820 D	78,13	107,14	1,37	Conforme
25	RKK-S14-PLA	PK 7+020 Axe	175,78	225,00	1,28	Conforme
26	RKK-S14-PLA	PK 7+220 G	152,03	150,00	0,99	Conforme
27	RKK-S90-PLA	PK 7+420	117,19	125,00	1,07	Conforme
28	RKK-S2-PLA	PK 7+820 D	133,93	204,55	1,53	Conforme
29	RKK-S2-PLA	PK 8+020 G	170,45	236,84	1,39	Conforme
30	RKK-S11-PLA	PK 8+420 G	96,98	125,00	1,29	Conforme

N°	Code PV	PK	EV1 (MPa)	EV2 (MPa)	K= EV2/EV1	Conformité
31	RKK-S12-PLA	PK 8+620 Axe	140,63	86,54	0,62	Conforme
32	RKK-S12-PLA	PK 8+820 G	119,68	145,16	1,21	Conforme
33	RKK-S89-PLA	PK 9+020 G	125,00	121,62	0,97	Conforme
34	RKK-S23-PLA	PK 9+220 Axes	296,05	409,09	1,38	Conforme
35	RKK-S23-PLA	PK 9+420 G	187,50	225,00	1,20	Conforme
36	RKK-S23-PLA	PK 9+620 D	156,25	187,50	1,20	Conforme
37	RKK-S32-PLA	PK 9+820 D	61,14	75,00	1,23	Conforme
38	RKK-S32-PLA	PK 10+020 axe	44,29	61,64	1,39	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuils : EV2 ≥ 50 MPa et K ≤ 2,2.

2.3. Déflexion Benkelman de la couche de forme (31 PV couvrant 43 sections)

Les sections PK 2+080 à 2+180 et PK 2+180 à 2+340 ont nécessité une reprise, signalée par (R). Les D90 séparées par une barre oblique correspondent à deux sous-sections couvertes par un même PV.

Tableau 44: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de forme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
1	RKK-S206-DEF	PK 2+020 – 2+040	91	75	73	Conforme
2	RKK-S292-DEF (R)	PK 2+080 – 2+180	97	100	99	Conforme
3	RKK-S294-DEF (R)	PK 2+200 – 2+340	98	95	103	Conforme
4	RKK-S294-DEF	PK 2+360 – 2+450	83	105	73	Conforme
5	RKK-S345-DEF	PK 2+450 – 2+570	100	100	102	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
6	RKK-S374-DEF	PK 2+570 – 2+790	75	75	105	Conforme
7	RKK-S356-DEF	PK 2+800 – 2+840	77	98	91	Conforme
8	RKK-S362-DEF	PK 2+860 – 2+980	103	105	107	Conforme
9	RKK-SE9-DEF	PK 3+000 – 3+180 / 3+200 – 3+360	57 / 82	88 / 72	79 / 86	Conforme
10	RKK-SE2-DEF	PK 3+720 – 3+900 / 3+920 – 4+120	94 / 100	79 / 104	97 / 87	Conforme
11	RKK-SE2-DEF	PK 4+140 – 4+320 / 4+340 – 4+440	105 / 105	109 / 95	100 / 109	Conforme
12	RKK-SE10-DEF	PK 4+450 – 4+630 / 4+650 – 4+910	57 / 88	68 / 74	80 / 83	Conforme
13	RKK-SE10B-DEF	PK 4+930 – 5+110 / 5+130 – 5+350	54 / 46	50 / 43	58 / 48	Conforme
14	RKK-S89-DEF	PK 5+360 – 5+540 / 5+560 – 5+660	91 / 102	99 / 106	100 / 108	Conforme
15	RKK-S91-DEF	PK 5+680 – 5+860 / 5+880 – 6+140	101 / 98	102 / 106	107 / 91	Conforme
16	RKK-S163-DEF	PK 6+220 – 6+300	73	76	97	Conforme
17	RKK-S37-DEF	PK 6+300 – 6+400	91	81	103	Conforme
18	RKK-S17-DEF	PK 6+480 – 6+740	77	91	95	Conforme
19	RKK-S7-DEF	PK 6+760 – 6+940 / 6+960 – 7+220	87 / 80	68 / 72	65 / 78	Conforme
20	RKK-S150-DEF	PK 7+230 – 7+330	81	64	62	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
21	RKK-S169-DEF	PK 7+340 – 7+510	88	106	103	Conforme
22	RKK-S288-DEF	PK 7+580 – 7+740	100	97	78	Conforme
23	RKK-SE8-DEF	PK 7+880 – 8+060 / 8+080 – 8+160	44 / 42	72 / 92	54 / 44	Conforme
24	RKK-SE30-DEF	PK 8+180 – 8+360 / 8+380 – 8+500	97 / 95	101 / 103	87 / 98	Conforme
25	RKK-S86-DEF	PK 8+510 – 8+590	95	55	67	Conforme
26	RKK-SE8-DEF (b)	PK 8+620 – 8+800 / 8+820 – 8+960	82 / 102	67 / 91	61 / 86	Conforme
27	RKK-S145-DEF	PK 8+980 – 9+020	105	100	93	Conforme
28	RKK-S47-DEF	PK 9+060 – 9+260	95	75	92	Conforme
29	RKK-S27-DEF	PK 9+280 – 9+460 / 9+480 – 9+740	53 / 68	48 / 59	56 / 84	Conforme
30	RKK-S-DEF	PK 9+760 – 9+860	109	102	109	Conforme
31	RKK-S-DEF	PK 9+880 – 10+040	103	41	81	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : D90 ≤ 110/100e mm. (R) = résultat après reprise.

3. Couche de fondation

3.1. Compacité in situ de la couche de fondation (43 mesures)

Toutes les mesures sont conformes. Les densités sèches in situ varient de 1,89 à 2,15 g/cm³ pour des valeurs OPM de 1,94 à 2,21 g/cm³.

Tableau 45: Résultats de compacité in situ de la couche de fondation

N°	PK	Côté	Ép. (cm)	ρh (g/cm³)	ρd (g/cm³)	w (%)	γd OPM	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
1	PK 2+020	A	20	2,320	2,09	10,1	2,19	95,56	Conforme
2	PK 2+100	D	20	2,360	2,12	11,1	2,19	96,97	Conforme
3	PK 2+220	G	20	2,340	2,11	10,9	2,19	96,36	Conforme
4	PK 2+420	G	20	2,130	1,93	10,4	2,01	96,02	Conforme
5	PK 2+480	A	20	2,170	1,97	10,1	2,01	98,03	Conforme
6	PK 2+680	G	20	2,180	1,98	9,9	2,01	98,51	Conforme
7	PK 2+860	D	20	2,170	1,96	10,9	2,01	97,51	Conforme
8	PK 3+020	G	20	2,270	2,06	10,1	2,11	97,67	Conforme
9	PK 3+220	D	20	2,240	2,04	9,6	2,11	96,81	Conforme
10	PK 3+420	A	20	2,211	2,03	9,2	2,11	95,99	Conforme
11	PK 3+620	D	20	2,184	2,01	8,7	2,11	95,21	Conforme
12	PK 3+820	D	20	2,252	2,06	9,2	2,12	97,30	Conforme
13	PK 4+020	G	20	2,191	1,99	10,1	2,04	97,94	Conforme
14	PK 4+620	D	20	2,348	2,14	9,6	2,20	97,36	Conforme
15	PK 4+820	A	20	2,192	2,15	8,2	2,21	97,28	Conforme
16	PK 5+020	G	20	2,315	1,96	7,5	2,05	95,61	Conforme
17	PK 5+220	G	20	2,174	1,96	9,6	2,03	96,55	Conforme
18	PK 5+420	A	20	2,154	1,96	9,6	2,03	96,55	Conforme
19	PK 5+620	D	20	2,202	1,99	10,6	2,04	97,55	Conforme
20	PK 5+820	A	20	2,141	1,92	11,4	1,98	96,97	Conforme
21	PK 6+020	A	20	2,172	2,00	8,5	2,06	97,09	Conforme
22	PK 6+200	G	20	2,133	1,95	9,4	2,02	96,53	Conforme
23	PK 6+320	D	20	2,172	1,99	9,4	2,06	96,60	Conforme
24	PK 6+420	A	20	2,171	1,99	8,9	2,06	96,60	Conforme

N°	PK	Côté	Ép. (cm)	ρh (g/cm³)	ρd (g/cm³)	w (%)	γd OPM	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
25	PK 6+820	D	20	2,261	2,01	12,6	2,05	98,05	Conforme
26	PK 7+020	G	20	2,102	1,94	8,2	1,99	97,49	Conforme
27	PK 7+220	A	20	2,064	1,89	9,4	1,94	97,42	Conforme
28	PK 7+240	G	20	2,191	1,98	10,6	2,03	97,54	Conforme
29	PK 7+440	D	20	2,163	1,96	10,4	2,03	96,55	Conforme
30	PK 7+640	G	20	2,140	1,94	10,1	2,03	95,57	Conforme
31	PK 7+840	D	20	2,169	1,95	11,1	2,03	96,06	Conforme
32	PK 8+040	A	20	2,116	1,95	8,5	2,00	97,50	Conforme
33	PK 8+240	D	20	2,144	1,90	12,9	1,97	96,45	Conforme
34	PK 8+440	A	20	2,201	2,03	8,7	2,09	97,13	Conforme
35	PK 8+540	D	20	2,191	1,97	11,1	2,02	97,52	Conforme
36	PK 8+740	A	20	2,117	1,95	8,7	2,01	97,01	Conforme
37	PK 8+940	D	20	2,137	1,96	9,2	2,01	97,51	Conforme
38	PK 9+040	G	20	2,180	1,98	9,9	2,03	97,54	Conforme
39	PK 9+240	G	20	2,230	2,01	11,1	2,10	95,71	Conforme
40	PK 9+360	A	20	2,177	1,99	9,4	2,08	95,67	Conforme
41	PK 9+440	D	20	2,156	1,98	8,7	2,08	95,19	Conforme
42	PK 9+760	A	20	2,191	1,99	10,1	2,08	95,67	Conforme
43	PK 9+960	D	20	2,221	2,03	9,6	2,08	97,60	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : Ic ≥ 95 % OPM. Toutes les mesures sont conformes.

3.2. Déflexion Benkelman de la couche de fondation (30 PV couvrant 45 sections)

Les sections du début de tracé (PK 2+060 à 2+860) ont fait l'objet de reprises avant réception. Les D90 séparées par une barre oblique correspondent à deux sous-sections d'un même PV.

Tableau 46: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de fondation

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
1	RKK-S365-DEF	PK 2+020 – 2+040	79	82	66	Conforme
2	RKK-S312-DEF	PK 2+060 – 2+160 (R2)	73	83	59	Conforme
3	RKK-S332-DEF	PK 2+180 – 2+300 (R)	80	68	83	Conforme
4	RKK-S378-DEF	PK 2+340 – 2+460	68	69	78	Conforme
5	RKK-S361-DEF	PK 2+460 – 2+640 / 2+660 – 2+860 (R)	67 / 86	73 / 78	76 / 80	Conforme
6	RKK-S361-DEF	PK 2+880 – 2+980 (R)	67	63	79	Conforme
7	RKK-S-DEF	PK 3+020 – 3+200 / 3+220 – 3+420	57 / 81	77 / 81	79 / 84	Conforme
8	RKK-S-DEF	PK 3+440 – 3+660	87	87	84	Conforme
9	RKK-SE19-DEF	PK 3+680 – 3+860 / 3+880 – 4+100	56 / 68	53 / 89	47 / 87	Conforme
10	RKK-SE31-DEF	PK 4+240 – 4+420 / 4+440 – 4+600	86 / 78	84 / 64	82 / 82	Conforme
11	RKK-SE12-DEF	PK 4+620 – 4+800 / 4+820 – 5+020	76 / 63	77 / 75	84 / 59	Conforme
12	RK15K-SE12-B-DEF	PK 5+040 – 5+220 / 5+240 – 5+440	59 / 50	46 / 45	60 / 60	Conforme
13	RKK-SE12-BB-DEF	PK 5+460 – 5+640 / 5+660 – 5+800	54 / 52	51 / 60	77 / 81	Conforme
14	RKK-SE13-DEF	PK 5+820 – 6+000 / 6+020 – 6+220	64 / 54	66 / 65	64 / 63	Conforme
15	RKK-S53-DEF	PK 6+300 – 6+400	65	47	80	Conforme
16	RKK-S56-DEF	PK 6+420 – 6+480	54	45	44	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
17	RKK-S31-DEF	PK 6+500 – 6+680 / 6+700 – 6+760	80 / 56	71 / 53	72 / 88	Conforme
18	RKK-S15-DEF	PK 6+760 – 6+940 / 6+960 – 7+200	59 / 70	60 / 70	57 / 69	Conforme
19	RKK-S151-DEF	PK 7+230 – 7+320	79	55	64	Conforme
20	RKK-S179-DEF	PK 7+340 – 7+520	82	81	76	Conforme
21	RKK-S265-B-DEF	PK 7+520 – 7+740	68	65	60	Conforme
22	RKK-S14-DEF	PK 7+760 – 7+940 / 7+960 – 8+160	52 / 51	78 / 64	53 / 67	Conforme
23	RKK-S14-B-DEF	PK 8+180 – 8+360 / 8+380 – 8+500	88 / 76	72 / 85	78 / 85	Conforme
24	RKK-S97-DEF	PK 8+510 – 8+590	88	50	67	Conforme
25	RKK-S-DEF	PK 8+600 – 8+780 / 8+800 – 9+000	79 / 69	86 / 77	85 / 87	Conforme
26	RKK-S158-DEF	PK 8+920 – 9+040 (R2)	88	87	73	Conforme
27	RKK-S59-DEF	PK 9+040 – 9+280 (R1)	74	56	62	Conforme
28	RKK-S35-DEF	PK 9+300 – 9+480 / 9+500 – 9+540	57 / 62	65 / 61	66 / 61	Conforme
29	RKK-S66-DEF	PK 9+540 – 9+720	62	65	80	Conforme
30	RKK-S55-DEF	PK 9+740 – 9+920 / 9+940 – 10+060	68 / 78	58 / 58	60 / 77	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : D90 ≤ 90/100e mm. (R) / (R2) = résultat après reprise.

4. Couche de base stabilisée au ciment à 3 %

4.1. Compacité in situ de la couche de base stabilisée (82 mesures)

Toutes les mesures sont conformes. Les Ic varient de 95,25 % à 99,45 % avec une moyenne de 97,44 %.

Tableau 47: Résultats de compacité in situ de la couche de base stabilisée

N°	PK	Côté	dh (g/cm³)	ds (g/cm³)	w (%)	γd OPM	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
1	PK 2+000	A	2,290	2,02	13,20	2,10	96,19	Conforme
2	PK 2+100	G	2,302	2,04	13,20	2,10	97,13	Conforme
3	PK 2+200	D	2,270	2,03	13,20	2,10	96,85	Conforme
4	PK 2+300	A	2,293	2,05	13,20	2,10	97,63	Conforme
5	PK 2+400	G	2,244	2,02	13,20	2,10	96,10	Conforme
6	PK 2+500	D	2,320	2,06	13,20	2,10	98,10	Conforme
7	PK 2+600	A	2,281	2,04	13,20	2,10	97,30	Conforme
8	PK 2+700	G	2,346	2,06	13,20	2,10	98,07	Conforme
9	PK 2+800	D	2,363	2,06	13,20	2,10	98,12	Conforme
10	PK 2+900	A	2,260	2,03	13,20	2,10	96,86	Conforme
11	PK 3+000	G	2,290	2,06	13,20	2,10	98,15	Conforme
12	PK 3+110	G	2,390	2,15	11,10	2,19	98,23	Conforme
13	PK 3+210	A	2,380	2,13	11,90	2,19	97,17	Conforme
14	PK 3+310	D	2,370	2,11	12,40	2,19	96,32	Conforme
15	PK 3+410	G	2,380	2,14	11,40	2,19	97,60	Conforme
16	PK 3+510	A	2,340	2,12	10,60	2,19	96,61	Conforme
17	PK 3+610	G	2,400	2,15	11,60	2,19	98,18	Conforme
18	PK 3+640	A	2,211	1,96	12,60	2,09	97,21	Conforme
19	PK 3+740	D	2,220	1,96	13,10	2,09	97,16	Conforme
20	PK 3+800	A	2,263	2,03	10,13	2,08	98,81	Conforme
21	PK 3+900	G	2,250	2,05	10,62	2,08	98,56	Conforme
22	PK 4+000	D	2,274	2,05	11,11	2,08	98,56	Conforme

N°	PK	Côté	dh (g/cm³)	ds (g/cm³)	w (%)	γd OPM	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
23	PK 4+100	G	2,280	2,06	10,62	2,08	99,04	Conforme
24	PK 4+200	D	2,190	2,00	9,41	2,06	97,16	Conforme
25	PK 4+280	G	2,248	2,02	11,11	2,06	98,20	Conforme
26	PK 4+300	A	2,408	2,16	11,61	2,17	99,45	Conforme
27	PK 4+380	G	2,408	2,15	12,11	2,17	98,97	Conforme
28	PK 4+460	A	2,340	2,11	10,86	2,18	96,81	Conforme
29	PK 4+560	G	2,349	2,14	9,65	2,18	98,26	Conforme
30	PK 4+650	A	2,240	2,04	9,89	2,06	98,95	Conforme
31	PK 4+800	A	2,360	2,12	11,11	2,15	98,78	Conforme
32	PK 4+900	G	2,360	2,13	10,86	2,15	99,07	Conforme
33	PK 5+000	D	2,360	2,12	11,36	2,15	98,56	Conforme
34	PK 5+100	G	2,350	2,11	11,61	2,15	97,95	Conforme
35	PK 5+270	G	2,212	1,97	12,11	2,06	95,78	Conforme
36	PK 5+370	A	2,318	2,04	13,64	2,06	99,04	Conforme
37	PK 5+570	D	2,201	1,97	11,61	2,06	95,74	Conforme
38	PK 5+770	D	2,198	1,98	11,11	2,06	96,05	Conforme
39	PK 5+870	G	2,184	1,98	10,38	2,06	96,05	Conforme
40	PK 5+950	D	2,226	2,03	9,89	2,09	96,92	Conforme
41	PK 6+050	G	2,223	2,03	9,65	2,09	96,99	Conforme
42	PK 6+150	A	2,240	2,03	10,13	2,09	97,33	Conforme
43	PK 6+290	D	2,207	2,01	9,89	2,05	97,96	Conforme
44	PK 6+490	A	2,194	1,99	10,13	2,05	97,20	Conforme
45	PK 6+590	G	2,195	2,00	9,65	2,05	97,64	Conforme
46	PK 6+790	A	2,213	2,02	9,41	2,05	97,20	Conforme
47	PK 6+890	G	2,170	2,01	9,41	2,05	96,76	Conforme

N°	PK	Côté	dh (g/cm³)	ds (g/cm³)	w (%)	γd OPM	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
48	PK 6+990	A	2,212	2,01	10,10	2,05	97,96	Conforme
49	PK 7+030	G	2,190	2,03	7,99	2,11	96,10	Conforme
50	PK 7+130	D	2,240	2,05	9,17	2,11	97,24	Conforme
51	PK 7+170	D	2,263	2,03	11,61	2,06	98,42	Conforme
52	PK 7+230	A	2,230	2,03	9,65	2,11	96,40	Conforme
53	PK 7+340	G	2,168	1,99	8,70	2,06	96,82	Conforme
54	PK 7+440	G	2,241	2,04	9,60	2,06	99,23	Conforme
55	PK 7+540	A	2,319	2,04	13,60	2,13	95,80	Conforme
56	PK 7+640	D	2,250	2,03	10,60	2,13	95,49	Conforme
57	PK 7+740	G	2,215	2,03	9,20	2,13	95,25	Conforme
58	PK 7+830	A	2,230	2,05	9,41	2,11	97,01	Conforme
59	PK 7+930	D	2,230	2,04	8,93	2,11	96,63	Conforme
60	PK 8+030	G	2,231	2,04	9,41	2,11	96,69	Conforme
61	PK 8+150	A	2,160	1,93	11,86	1,97	98,03	Conforme
62	PK 8+250	G	2,160	1,93	12,11	1,97	97,82	Conforme
63	PK 8+350	D	2,190	1,93	13,64	1,97	97,84	Conforme
64	PK 8+450	G	2,170	1,93	12,36	1,97	98,05	Conforme
65	PK 8+540	G	2,260	2,00	13,10	2,04	97,92	Conforme
66	PK 8+640	A	2,230	1,99	13,60	2,04	97,53	Conforme
67	PK 8+740	D	2,250	1,98	13,60	2,04	97,05	Conforme
68	PK 8+840	G	2,210	1,98	12,90	2,04	97,97	Conforme
69	PK 8+940	A	2,229	1,98	12,60	2,04	97,04	Conforme
70	PK 9+040	G	2,296	2,08	11,40	2,13	96,81	Conforme
71	PK 9+140	A	2,296	2,06	11,90	2,13	96,36	Conforme
72	PK 9+240	D	2,300	2,05	12,40	2,13	96,10	Conforme

N°	PK	Côté	dh (g/cm³)	ds (g/cm³)	w (%)	γd OPM	Ic = γd / γd OPM (%)	Conformité
73	PK 9+340	G	2,330	2,08	11,60	2,13	97,61	Conforme
74	PK 9+440	A	2,300	2,06	11,90	2,13	96,73	Conforme
75	PK 9+540	D	2,281	2,04	11,90	2,13	95,74	Conforme
76	PK 9+600	G	2,217	2,01	10,10	2,07	97,27	Conforme
77	PK 9+700	A	2,210	1,99	10,60	2,07	96,30	Conforme
78	PK 9+800	D	2,261	2,04	10,60	2,07	98,73	Conforme
79	PK 9+900	G	2,281	2,04	11,60	2,07	98,71	Conforme
80	PK 10+000	A	2,205	1,98	11,40	2,04	97,06	Conforme
81	PK 10+100	D	2,250	2,01	12,10	2,04	98,37	Conforme
82	PK 10+200	G	2,232	2,03	10,10	2,04	99,34	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : Ic ≥ 95 % OPM.

4.2. Déflexion Benkelman de la couche de base stabilisée (31 PV couvrant 37 sections)

La section PK 8+740 à 8+940 (N°27) est la seule non-conformité avérée avec D90 D = 76/100e mm. La section PK 8+540 à 8+720 (N°26) présente des valeurs conformes (maximum 60/100e mm). Les D90 séparées par une barre oblique correspondent à deux sous-sections d'un même PV.

Tableau 48: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de base stabilisée

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
1	RKK-S469-DEF	PK 1+990 – 2+190	31	33	54	Conforme
2	RKK-S469-DEF	PK 2+200 – 2+400	47	34	49	Conforme
3	RKK-S469-DEF	PK 2+410 – 2+610	69	31	41	Conforme
4	RKK-S469-DEF	PK 2+620 – 2+820	53	29	56	Conforme
5	RKK-S469-DEF	PK 2+830 – 3+000	66	52	56	Conforme
6	RKK-S255-DEF	PK 3+000 – 3+180 / 3+200 – 3+400	58 / 47	40 / 39	56 / 45	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
7	RKK-S255-DEF	PK 3+400 – 3+640	59	45	70	Conforme
8	RKK-S-DEF	PK 3+640 – 3+790	56	51	60	Conforme
9	RKK-S180-DEF	PK 3+780 – 3+980	47	49	42	Conforme
10	RKK-S180-B-DEF	PK 3+990 – 4+180	63	64	63	Conforme
11	RKK-S183-DEF	PK 4+180 – 4+280	64	59	65	Conforme
12	RKK-S156-DEF	PK 4+280 – 4+480	62	64	57	Conforme
13	RKK-S184-DEF	PK 4+480 – 4+740	58	52	53	Conforme
14	RKK-S185-DEF	PK 4+740 – 5+140	52	50	55	Conforme
15	RKK-S185-DEF	PK 5+150 – 5+550	45	50	41	Conforme
16	RKK-S190-B-DEF	PK 5+570 – 5+890	61	49	53	Conforme
17	RKK-S195-DEF	PK 5+900 – 6+180	52	44	43	Conforme
18	RKK-S196-DEF	PK 6+200 – 6+320	56	44	47	Conforme
19	RKK-S256-DEF	PK 6+320 – 6+440	37	37	32	Conforme
20	RKK-S197-DEF	PK 6+440 – 6+840	55	54	56	Conforme
21	RKK-S197-B-DEF	PK 6+860 – 7+010	61	64	61	Conforme
22	RKK-S198-DEF	PK 7+010 – 7+310	53	48	60	Conforme
23	RKK-S329-DEF	PK 7+330 – 7+520 / 7+570 – 7+780	53 / 56	56 / 56	57 / 49	Conforme
24	RKK-S199-DEF	PK 7+760 – 8+120	46	50	45	Conforme
25	RKK-S200-DEF	PK 8+120 – 8+540	57	57	62	Conforme
26	RKK-S212-DEF	PK 8+540 – 8+720	60	52	54	Conforme
27	RKK-S212-DEF	PK 8+740 – 8+940	67	52	76	Non conforme
28	RKK-S213-DEF	PK 8+940 – 9+120 / 9+120 – 9+210	49 / 52	52 / 51	58 / 55	Conforme
29	RKK-S213-DEF	PK 9+210 – 9+390 / 9+410 – 9+580	50 / 52	51 / 50	53 / 50	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
30	RKK-S218-DEF	PK 9+580 – 9+760 / 9+780 – 9+920	52 / 52	49 / 51	52 / 49	Conforme
31	RKK-S219-DEF	PK 9+920 – 10+200	52	49	48	Conforme

Source : PV d'essais SCORE BTP, Route RKKK (2023-2026). Seuil : D90 ≤ 70/100e mm.

5. Couche de roulement BB 0/10

5.1. Déflexion Benkelman de la couche de roulement (23 PV couvrant 40 sections)

La section PK 2+780 à 2+960 est présentée uniquement dans sa version après reprise (R). La non-conformité initiale (D90 axe = 62/100e mm) n'est pas retenue pour le bilan final, remplacée par le résultat de réception (58/100e mm). Les D90 séparées par une barre oblique correspondent à deux sous-sections d'un même PV.

Tableau 49: Déflexions caractéristiques D90 de la couche de roulement BB 0/10 (NF P 98-200-2, en 1/100e mm).

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
1	RKK-S585-DEF	PK 1+940 – 2+120 / 2+140 – 2+340	40 / 45	36 / 34	35 / 32	Conforme
2	RKK-S585-DEF	PK 2+360 – 2+540 / 2+560 – 2+760	33 / 34	58 / 44	35 / 34	Conforme
3	RKK-S585-DEF (R)	PK 2+780 – 2+960 (R) / 2+980 – 3+140	39 / 47	58 / 46	34 / 34	Conforme
4	RKK-S232-DEF	PK 3+160 – 3+340 / 3+360 – 3+580	39 / 38	46 / 42	27 / 32	Conforme
5	RKK-S232-DEF	PK 3+600 – 3+780 / 3+800 – 3+880	27 / 31	27 / 33	23 / 37	Conforme
6	RKK-S240-DEF	PK 3+900 – 4+140	49	45	48	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
7	RKK-S312-DEF	PK 4+160 – 4+340 / 4+360 – 4+540	37 / 56	38 / 37	37 / 40	Conforme
8	RKK-S311-DEF	PK 4+560 – 4+740 / 4+760 – 4+940	29 / 28	34 / 37	40 / 44	Conforme
9	RKK-S332-DEF	PK 4+960 – 5+140 / 5+160 – 5+340	30 / 49	36 / 20	49 / 58	Conforme
10	RKK-S326-DEF	PK 5+360 – 5+540 / 5+560 – 5+760	33 / 49	40 / 49	45 / 41	Conforme
11	RKK-S326-DEF	PK 5+760 – 5+940 / 5+960 – 6+160	56 / 38	49 / 52	46 / 44	Conforme
12	RKK-S326-DEF	PK 6+140 – 6+320 / 6+340 – 6+540	46 / 55	38 / 39	36 / 45	Conforme
13	RKK-S326-DEF	PK 6+540 – 6+760	39	39	37	Conforme
14	RKK-S353-DEF	PK 6+780 – 6+960	50	43	39	Conforme
15	RKK-S311-DEF	PK 7+020 – 7+280	41	34	36	Conforme
16	RKK-S336-DEF	PK 7+300 – 7+500 / 7+580 – 7+700	34 / 29	36 / 34	44 / 38	Conforme
17	RKK-S336-DEF	PK 7+720 – 7+840	52	52	32	Conforme
18	RKK-S316-DEF	PK 7+860 – 8+040 / 8+060 – 8+240	28 / 44	29 / 27	36 / 38	Conforme
19	RKK-S317-DEF	PK 8+260 – 8+440 / 8+460 – 8+560	29 / 38	33 / 42	47 / 39	Conforme

N° PV	Code PV	Section(s) PK	D90 G	D90 Axe	D90 D	Conformité
20	RKK-S522-DEF (R)	PK 8+580 – 8+760 (R) / 8+780 – 8+980 (R)	50 / 46	34 / 42	55 / 44	Conforme
21	RKK-S335-DEF	PK 9+000 – 9+180 / 9+200 – 9+480	51 / 59	48 / 38	42 / 46	Conforme
22	RKK-S335-DEF	PK 9+500 – 9+680 / 9+700 – 9+900	46 / 48	27 / 27	35 / 32	Conforme
23	RKK-S336-DEF	PK 9+900 – 10+020	36	36	47	Conforme

ANNEXE 2

Fiches détaillées d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire

- **Couche de la PST**

Tableau 50: Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire PST

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAI LABO			
PST(CBR)			
PV	PK	Distance au PV précédent (m)	Évaluation
1	01+950	-	Conforme
2	02+150	200	Pas d'essai
3	02+220	170	Conforme
4	02+420	200	Conforme
5	02+520	100	Conforme
6	2+620	100	Conforme
7	2+820	200	Conforme
8	2+920	100	Conforme
9	3+030	110	Conforme
10	03+220	210	Conforme
11	03+420	200	Pas d'essai
12	3+520	100	Conforme
13	3+720	200	Conforme
14	03+920	200	Pas d'essai
15	04+020	100	Conforme
16	4+220	200	Conforme
17	4+420	200	Conforme
18	4+620	200	Conforme
19	4+820	200	Conforme
20	05+020	200	Conforme
21	05+120	100	Conforme
22	05+320	200	Pas d'essai
23	05+420	100	Conforme
24	05+620	200	Conforme
25	05+800	200	Pas d'essai

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAI LABO			
PST(CBR)			
26	5+880	60	Conforme
27	6+000	120	Conforme
28	6+200	200	Pas d'essai
29	6+220	20	Conforme
30	06+420	200	Conforme
31	6+520	100	Conforme
32	6+680	140	Conforme
33	6+820	140	Conforme
34	7+020	200	Conforme
35	07+220	200	Conforme
Déblais PK 07+220 - PK 7+700			
36	07+720	200	Conforme
37	7+920	200	Conforme
38	8+020	100	Conforme
39	08+220	200	Pas d'essai
40	8+420	200	Conforme
41	8+620	200	Conforme
42	08+820	200	Pas d'essai
43	09+020	200	Conforme
44	09+220	200	Pas d'essai
45	9+420	200	Conforme
46	9+520	100	Conforme
47	9+620	100	Conforme
48	09+820	200	Pas d'essai
49	10+020	400	Conforme

- **Couche de forme**

Tableau 51 : : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire forme

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Forme						
PV	PK		AG	LA	PROCTOR	CBR

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Forme						
		Distance au PV précédent (m)	Évaluation	Évaluation	Évaluation	Évaluation
1	02+000	-	Conforme	Conforme	Ne conforme	pas d'essai
2	02+200	200	Conforme	Pas d'essai	Pas d'essai,	pas d'essai
3	2+370	170	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
4	02+400	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
5	02+540	140	Pas d'essai	Pas d'essai	Conforme	Conforme
6	02+720	180	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
7	02+920	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
8	03+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
9	03+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
10	03+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
11	03+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
12	03+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
13	03+920	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
14	04+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
15	04+220	200	Conforme	Pas d'essai	Conforme	Conforme
16	04+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
17	04+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
18	04+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
19	04+920	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
20	05+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
21	05+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
22	05+420	200	Conforme	Conforme	Pas d'essai	Conforme
23	05+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
24	07+720	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Conforme	Pas d'essai
25	05+780	60	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
26	05+920	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
27	06+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
28	06+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
29	05+420	200	Pas d'essai	Conforme	Conforme	Pas d'essai
30	06+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
31	06+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Forme						
32	06+920	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
33	07+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
34	07+220	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
35	07+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
36	07+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
37	07+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
38	07+920	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
39	08+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
40	08+220	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
41	08+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
42	08+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
43	08+720	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
44	08+920	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
45	09+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
46	09+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
47	09+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
48	09+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
49	09+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
50	09+920	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
51	10+020	200	Conforme	Pas d'essai	Conforme	Conforme

- **Couche de fondation**

Tableau 52: Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire fondation

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Fondation						
PV	PK	Distance au PV précédent (m)	AG	LA	PROCTOR	CBR
			Évaluation	Évaluation	Évaluation	Évaluation
1	01+920	-	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2	02+120	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Fondation						
3	02+220	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
4	2+380	140	Pas d'essai	Conforme	Conforme	Conforme
5	2+420	40	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
6	2+440	20	Pas d'essai	Conforme	Conforme	Conforme
7	2+520	80	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
8	2+620	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
9	2+820	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
10	2+920	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
11	3+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
12	3+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
13	3+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
14	3+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
15	3+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
16	3+920	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
17	4+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
18	4+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
19	4+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
20	4+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
21	4+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
22	4+920	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
23	5+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
24	5+220	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
25	5+320	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
26	5+520	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
27	5+720	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Conforme	Conforme
28	5+820	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
29	6+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
30	6+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
31	6+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Fondation						
32	6+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
33	6+720	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
34	6+920	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
35	7+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
36	7+220	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
37	7+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
38	7+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
39	7+620	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
40	7+720	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
41	7+820	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
42	8+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
43	08+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
44	8+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
45	8+620	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
46	8+820	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
47	9+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
48	9+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
49	9+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
50	9+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
51	9+720	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
52	9+920	200	Pas d'essai	Conforme	Conforme	Conforme
53	10+020	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

- **Matériau mis en place avant stabilisation**

Tableau 53 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire matériau mise place avant stabilisation

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Matériau mise en place avant stabilisation						
PV	PK		AG	LA	PROCTOR	CBR

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Matériau mise en place avant stabilisation						
		Distance au PV précédent (m)	Évaluation	Évaluation	Évaluation	Évaluation
1	02+050	-	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2	02+250	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
3	02+450	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
4	2+620	170	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
5	2+820	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
6	3+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
7	3+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
8	3+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
9	3+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
10	3+720	100	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
11	3+820	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
12	4+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
13	4+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
14	4+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
15	4+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
16	4+620	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
17	4+820	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
18	5+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
19	5+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
20	5+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
21	5+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
22	5+620	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
23	5+820	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
24	6+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
25	6+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
26	6+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
27	6+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
28	6+620	100	Conforme	Pas d'essai	Conforme	Conforme
29	6+820	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
30	7+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
31	7+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE DES ESSAIS LABO						
Matériau mise en place avant stabilisation						
32	7+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
33	7+620	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
34	7+820	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
35	8+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
36	8+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
37	8+420	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
38	8+500	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
39	8+620	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
40	8+820	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
41	9+020	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
42	9+220	200	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
43	9+420	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
44	9+520	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
45	9+620	100	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
46	9+750	130	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
47	9+950	200	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
48	10+020	70	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

Couche de roulement

- Pèse hydrostatique par carottage

Tableau 54 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais laboratoire hydrostatique par carottage

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE D'ESSAI			
Pèse hydrostatique par carottage			
PV	PK	Distance au PV précédent (m)	Évaluation
1	02+000	-	Conforme
2	02+200	200	Conforme
3	02+400	200	Conforme
4	02+600	200	Conforme
5	02+800	200	Conforme

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE D'ESSAI			
Pèse hydrostatique par carottage			
6	03+000	200	Conforme
7	03+250	250	Conforme
8	03+500	250	Conforme
9	03+750	250	Conforme
10	04+000	250	Conforme
11	04+100	100	Pas d'essai
12	4+350	200	Pas d'essai
13	04+600	200	Conforme
14	04+750	150	Conforme
15	05+000	250	Conforme
16	04+200	200	Conforme
17	05+400	200	Conforme
18	05+600	200	Conforme
19	05+800	200	Conforme
20	06+000	200	Conforme
21	06+200	200	Conforme
22	06+400	200	Conforme
23	06+800	200	Conforme
24	07+000	200	Conforme
25	07+250	250	Pas d'essai
26	07+500	250	Pas d'essai
27	07+750	250	Pas d'essai
28	07+900	150	Conforme
29	08+150	250	Conforme
30	08+400	250	Conforme
31	08+650	250	Conforme
32	08+900	250	Conforme
33	09+150	250	Conforme
34	09+400	250	Conforme

FICHE D'ÉVALUATION FRÉQUENCE D'ESSAI			
Pèse hydrostatique par carottage			
35	09+650	250	Conforme
36	09+900	250	Conforme
37	10+150	250	Conforme

Fiches détaillées d'évaluation de la fréquence des essais in situ

- **Essai de plaque de la PST**

Le Tableau 55 présente l'ensemble des points de contrôle de plaque sur la PST. Les lignes en italique signalent les zones de déblai (hors périmètre d'essai) ou les points manquants. Les valeurs EV2 sont toutes supérieures à 50 MPa et les ratios K inférieurs à 2,2 pour les essais réalisés.

Tableau 55 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de plaque de la PST

PK	Distance précédente (m)	Fréquence	EV2 (MPa)	K = EV1/EV2	Portance
02+020	-	Conforme	140,63	1,15	Conforme
02+220	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
02+420	200	Conforme	125,00	1,24	Conforme
02+620	200	Conforme	195,65	1,53	Conforme
02+820	200	Conforme	150,00	1,28	Conforme
03+020	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
03+220	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
03+420	200	Conforme	112,50	1,12	Conforme
03+640	220	Non conforme	136,36	1,26	Conforme

PK	Distance précédente (m)	Fréquence	EV2 (MPa)	K = EV1/EV2	Portance
03+840	200	Conforme	121,61	1,19	Conforme
04+040	200	Conforme	187,50	1,20	Conforme
04+240	200	Conforme	128,57	1,21	Conforme
04+420	180	Conforme	180,00	1,34	Conforme
04+520	100	Conforme	102,27	1,42	Conforme
04+720	200	Conforme	107,14	0,93	Conforme
04+920	200	Conforme	195,65	1,50	Conforme
05+120	200	Conforme	91,84	1,52	Conforme
(Déblai 05+140 – 05+400)	-	-	-	-	-
05+520	120	Conforme	125,00	1,36	Conforme
05+640	120	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
05+820	180	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
05+920	100	Conforme	125,00	1,20	Conforme
06+120	200	Conforme	77,59	1,05	Conforme
06+320	200	Conforme	225,00	1,28	Conforme
06+520	200	Conforme	150,00	0,99	Conforme
06+660	140	Conforme	195,65	1,08	Conforme
06+820	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
07+020	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
07+220	160	Conforme	112,50	1,02	Conforme
(Déblai 07+240 – 07+700)		-	-	-	-

PK	Distance précédente (m)	Fréquence	EV2 (MPa)	K = EV1/EV2	Portance
07+720	20	Conforme	173,08	1,09	Conforme
07+920	200	Conforme	195,65	1,18	Conforme
08+150	230	Non conforme	195,65	2,16	Conforme
08+220	170	Conforme	187,50	1,27	Conforme
08+420	200	Conforme	155,17	1,05	Conforme
08+620	200	Conforme	180,00	1,44	Conforme
08+820	200	Conforme	200,00	1,71	Conforme
09+020	200	Conforme	140,63	1,75	Conforme
09+120	200	Conforme	102,27	1,42	Conforme
09+320	200	Conforme	195,65	1,50	Conforme
09+520	200	Conforme	91,84	1,52	Conforme
09+720	200	Conforme	236,84	1,14	Conforme
09+900	180	Conforme	204,55	1,31	Conforme
10+080	180	Conforme	187,50	1,47	Conforme

- **Essai de compacité de la PST**

Le Tableau 56 recense l'ensemble des PV de compacité de la couche de la PST. Sur 41 emplacements théoriques à raison d'un essai tous les 200 m, 36 ont été contrôlés, soit un taux de 87,80 %.

Tableau 56 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de compacité de la PST

Section / PK	Pts réalisés	Pts théoriques	Évaluation
02+020	1	1	Conforme
02+220	0	1	Pas d'essai (1 pt manquant)
02+400	1		Conforme
02+500	1	1	Conforme

Section / PK	Pts réalisés	Pts théoriques	Évaluation
02+640 – 02+740	2	2	Conforme
02+840 – 02+940	2	2	Conforme
03+020 – 03+580	4	7	Conforme
03+780	0	1	Pas d'essai (1 pt manquant)
03+840 – 04+240	3	3	Conforme
04+440	0	1	Pas d'essai (1 pt manquant)
04+540 – 05+140	4	4	Conforme
Déblai 05+160 – 05+400	-	-	-
05+440 – 05+820	3	3	Conforme
05+900 – 06+200	3	3	Conforme
06+320 – 06+720	3	3	Conforme
06+820 – 07+220	3	3	Conforme
Déblai 07+240 – 07+700	-	-	-
07+720 – 08+120	3	3	Conforme
08+300 – 08+500	2	2	Conforme
08+700 – 08+900	0	2	Pas d'essai (2 pts manquant)
09+000 – 09+600	4	5	Conforme
09+800 – 10+00	2	2	Conforme

- **Déflexion de la PST**

Le Tableau 57 synthétise les intervalles de mesure de déflexion sur la PST, PV par PV. Les lignes en surbrillance signalent les points manquants ou les zones de déblai.

Tableau 57 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de déflexion de la PST

Intervalle PK	Nb Points	Espacement (m)	Total mesures (×3 files)	Évaluation
PK 02+010 – 02+040	3	20	9	Conforme
PK 02+060 – 02+360	16	20	48	Conforme
PK 02+370 – 02+440	4	20	12	Conforme
PK 02+440 – 02+600	9	2	27	Conforme
PK 02+620 – 02+820	11	20	33	Conforme
PK 02+840 – 02+980	8	20	24	Conforme
PK 03+000 – 04+460	24	20	72	Conforme
PK 03+460 – 03+840	20	20	60	Conforme
03+800 – 03+880	-	-	-	Pas d'essai (2 profils ; 2x3 = 6 pts manquant)
PK 03+900 – 04+360	24	20	72	Conforme
04+380 – manquant	-	-	-	Pas d'essai (1 profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 04+400 – 04+680	15	20	45	Conforme
04+700 – manquant	-	-	-	Pas d'essai (1 profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 04+720 – 05+140	22	20	66	Conforme
Déblai PK 05+160 – 05+400				
PK 05+440 – 05+760	17	20	51	Conforme
PK 05+780 – 05+900	7	20	21	Conforme
PK 05+920 – 06+200	15	20	45	Conforme
PK 06+200 – 06+280	-	-	-	Pas d'essai (4 profils ; 4x3 = 12 pts manquants)
PK 06+300 – 06+600	15	20	45	Conforme
PK 06+600 – 06+740	8	20	24	Conforme

Intervalle PK	Nb Points	Espacement (m)	Total mesures (×3 files)	Évaluation
PK 06+760 – 07+100	18	20	54	Conforme
PK 07+200	-	-	-	Pas d'essai (1 profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
Déblai PK 07+240 – 07+680				
PK 07+680 – 08+140	24	20	72	Conforme
PK 08+160	-	-	-	Pas d'essai (1 profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 08+180 - 08+500	17	20	51	Conforme
PK 08+510 – 08+650	8	20	24	Conforme
PK 08+620 – PK 09+080	22	20	66	Conforme
PK 09+040 – PK 09+500	24	20	72	Conforme
PK 09+520 – PK 09+740	12	20	60	Conforme
PK 09+760 – PK 10+040	15	20	45	Conforme

- **Essai de plaque couche de forme**

Le Tableau 58 présente l'ensemble des points de contrôle de plaque sur la couche de forme. Les PK en surbrillance correspondent aux essais manquants.

Tableau 58 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de plaque couche de forme

	Distance précédente (m)	Fréquence	EV2 (MPa)	K = EV1/EV2	Portance
02+020	-	Conforme	140,63	1,50	Conforme
02+220	200	Conforme	187,50	1,43	Conforme
02+420	200	Conforme	125,00	1,40	Conforme
02+560	140	Conforme	107,14	1,37	Conforme
02+760	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)

	Distance précédente (m)	Fréquence	EV2 (MPa)	K = EV1/EV2	Portance
02+880	120	Conforme	100,00	1,53	Conforme
03+070	190	Conforme	104,65	1,40	Conforme
03+270	200	Conforme	90,00	1,81	Conforme
03+470	200	Conforme	56,96	1,85	Conforme
03+670	200	Conforme	112,50	1,14	Conforme
03+900	130	Conforme	121,62	1,54	Conforme
04+100	200	Conforme	132,84	1,04	Conforme
04+300	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
04+430	130	Conforme	125,00	1,56	Conforme
04+630	200	Conforme	121,62	0,097	Conforme
04+830	200	Conforme	140,63	1,05	Conforme
05+030	200	Conforme	118,29	1,07	Conforme
05+230	200	Conforme	214,29	1,10	Conforme
05+430	130	Conforme	180,00	1,44	Conforme
05+630	200	Conforme	140,63	1,25	Conforme
05+830	200	Conforme	180,00	1,15	Conforme
06+030	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
06+100	70	Conforme	225,00	1,16	Conforme
06+220	120	Conforme	140,63	1,20	Conforme
06+420	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
06+500	80	Conforme	187,50	1,57	Conforme
06+700	200	Conforme	115,38	0,96	Conforme
06+820	120	Conforme	107,14	1,37	Conforme

	Distance précédente (m)	Fréquence	EV2 (MPa)	K = EV1/EV2	Portance
07+020	200	Conforme	225,00	1,28	Conforme
07+220	200	Conforme	150,00	0,99	Conforme
07+420	200	Conforme	125,00	1,07	Conforme
07+620	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
07+820	200	Conforme	133,93	1,53	Conforme
08+020	200	Conforme	236,84	1,39	Conforme
08+220	200	-	-	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
08+420	200	Conforme	125,00	1,29	Conforme
08+620	200	Conforme	86,54	-	Conforme
08+820	200	Conforme	145,16	1,21	Conforme
09+020	200	Conforme	121,62	0,97	Conforme
09+220	200	Conforme	409,09	1,38	Conforme
09+420	200	Conforme	225,00	1,20	Conforme
09+620	200	Conforme	187,50	1,20	Conforme
09+820	180	Conforme	75,00	1,23	Conforme
10+080	180	Conforme	61,64	1,39	Conforme

- **Essai de compacité couche de forme**

Le Tableau 59 recense l'ensemble des PV de compacité de la couche de forme. Sur 47 emplacements théoriques à raison d'un essai tous les 200 m, 40 ont été contrôlés, soit un taux de 85,11 %.

Tableau 59 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de compacité couche de forme

Section / PK	Pts réalisés	Pts théoriques	Évaluation
02+020	1	1	Conforme

Section / PK	Pts réalisés	Pts théoriques	Évaluation
02+120	1	1	Conforme
02+320	1	1	Conforme
02+420 – 02+760	3	3	Conforme
02+800	1	1	Conforme
03+020 – 03+220	2	2	Conforme
03+020 – 03+580	4	7	Conforme
03+420 – 04+420	5 conforme + 1 manquant	6	5 pts conformes, 3 pt pas d'essai
04+430 – 06+020	5 conforme + 3 manquants + 1distance non conf.	9	5 pts conformes, 3 pt pas d'essai et 1 pt distance non conf.
06+220 – 06+620	3	3	Conforme
06+820 – 07+220	3	3	Conforme
07+260 – 07+460	2	2	Conforme
07+660 – 07+860	0	2	Pas d'essai (1 pt manquant)
08+020 – 08+420	3	3	Conforme
08+510 – 08+820	3	3	Conforme
09+020 – 09+620	4	4	Conforme
09+820 – 10+180	3	3	Conforme

- **Déflexion couche de forme**

Le Tableau 60 présente l'ensemble des intervalles de mesure de déflexion sur la couche de forme, PV par PV. Les lignes en surbrillance indiquent les points manquants. Au total, 1 188 mesures ont été réalisées sur 1 236 théoriques, soit un taux de conformité de 96,12. Les PK en surbrillance correspondent aux essais manquants.

Tableau 60 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de déflexion couche de forme

Intervalle PK testé	Nb points	Espacement (m)	Totales mesures (×3 files)	Évaluation
PK 02+020 – 02+040	2	20	6	Conforme
PK 02+060	-	-	-	Pas d'essai (1profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 02+080 – 02+180	6	20	18	Conforme
PK 02+180 – 02+340	9	20	27	Conforme
PK 02+360 – 02+450	5	20	15	Conforme
PK 02+450 – 02+570	7	20	21	Conforme
PK 02+570 – 02+790	12	20	36	Conforme
PK 02+800 – 02+840	3	20	9	Conforme
PK 02+860 – 02+980	7	20	21	Conforme
PK 03+000 – 03+360	19	20	57	Conforme
PK 03+720 – 04+120	21	20	63	Conforme
PK 04+140 – 04+440	16	20	48	Conforme
PK 04+450 – 04+910	24	20	72	Conforme
PK 04+930 – 05+350	22	20	66	Conforme
PK 05+360 – 05+660	16	20	48	Conforme
PK 05+680 – 06+140	24	20	72	Conforme
PK 06+160 – 06+180	-	-	-	Pas d'essai (2 profils ; 2x3 =6 pts manquants)
PK 06+220 – 06+300	5	20	15	Conforme
PK 06+300 – 06+400	6	20	18	Conforme
PK 06+420 – 06+460	-	-	-	Pas d'essai (2 profils ; 2x3 =6 pts manquants)
PK 06+480 – 06+740	14	20	42	Conforme
PK 06+760 – 07+220	24	20	72	Conforme
PK 07+230 – 07+320	6	20	18	Conforme

Intervalle PK testé	Nb points	Espacement (m)	Totales mesures (×3 files)	Évaluation
PK 07+340 – 07+510	10	20	30	Conforme
PK 07+530 – 07+570	-	-	-	Pas d'essai (3 profils ; 3x3 = 9 pts manquants)
PK 07+580 – 07+740	9	20	27	Conforme
PK 07+760 – 07+860	-	-	-	Pas d'essai (6 profils ; 3x6 = 18 pts manquants)
PK 07+880 – 08+160	15	20	45	Conforme
PK 08+180 – 08+500	17	20	51	Conforme
PK 08+510 – 08+590	8	10	24	Conforme
PK 08+600	-	-	-	Pas d'essai (1profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 08+620 – 08+960	18	20	54	Conforme
PK 08+980 – 09+020	3	20	9	Conforme
PK 09+040	-	-	-	Pas d'essai (1profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 09+060 – 09+260	11	20	33	Conforme
PK 09+280 – 09+740	24	20	72	Conforme
PK 09+760 – 09+860	6	20	18	Conforme
PK 09+880 – 10+040	9	20	27	Conforme

- **Essai de compacité couche de fondation**

Le Tableau 61 recense l'ensemble des PV de compacité de la couche de fondation. Sur 46 emplacements théoriques à raison d'un essai tous les 200 m, 41 ont été contrôlés, soit un taux de 89,13 %.

Tableau 61 : Fiche complète d'évaluation de la compacité couche de fondation

PK / Section	Distance précédente (m)	Nb Points réalisés (espacements)	Évaluation
02+020	-	1	Conforme
02+100	80	1	Conforme
02+220	120	1	Conforme
02+420	200	1	Conforme
02+480 – 02+860	Esp. : 60 / 200 / 180	3	Conforme
03+020 – 03+620	Esp. : 160 / 200 / 200 / 200	4	Conforme
03+820 – 04+020	Esp. : 200 / 200	2	Conforme
04+220	200	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
04+420	200	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
04+620 – 05+820	Esp. : 200 / 200 / 200 /200 / 200 / 200 / 200	7	Conforme
06+020 – 06+200	Esp. : 200 / 120	2	Conforme
06+320	200	1	Conforme
06+420	120	1	Conforme
06+620	200	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
06+820 – 07+220	Esp. : 200 / 200 /200	3	Conforme
07+240 – 07+420	Esp. : 20 / 200 / 200 / 200	4	Conforme
08+040 – 08+540	esp. : 20 / 200 / 200 / 100	4	Conforme
08+074 – 08+940	Esp. : 200 / 200	2	Conforme
09+240	220	-	Pas d'essai (1 pt manquant)
09+360 – 09+440	Esp. : 120 / 80	2	Conforme

PK / Section	Distance précédente (m)	Nb Points réalisés (espacements)	Évaluation
09+640	20	Pas d'essai	Pas d'essai (1 pt manquant)
09+720 à 09+960	Esp. : 100 / 200	2	Conforme

- **Mesures de déflexion couche de fondation**

Le Tableau 62 présente l'ensemble des PV de déflexion de la couche de fondation, PV par PV. Sur 1 227 mesures théoriques, 1 194 ont été effectuées, soit un taux de 97,31 %. Les lignes en surbrillance correspondent aux points manquants localisés.

Tableau 62: Fiche complète d'évaluation de déflexion couche de fondation

Intervalle PK testé	Nb Points	Espacement (m)	Total mesures (×3 files)	Évaluation
PK 02+010 – 02+040	4	10	12	Conforme
PK 02+060 – 02+160	6	20	18	Conforme
PK 02+180 – 02+300	7	20	21	Conforme
PK 02+320	-	-	-	Pas d'essai (1 profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 02+340 – 02+460	7	20	21	Conforme
PK 02+460 – 02+860	21	20	63	Conforme
PK 02+880 – 02+980	6	20	18	Conforme
PK 03+000 – 03+020	-	-	-	Pas d'essai (2 profils ; 2x3 = 6 pts manquants)
PK 03+020 – 03+440	21	20	63	Conforme
PK 03+460 – 04+660	12	20	36	Conforme
PK 03+680 – 04+100	22	20	66	Conforme
PK 04+120 – 04+220	-	-	-	Pas d'essai (6 profils ; 6x3 = 18 pts manquants)
PK 04+240 – 04+600	19	20	57	Conforme

Intervalle PK testé	Nb Points	Espacement (m)	Total mesures (×3 files)	Évaluation
PK 04+620 – 05+020	21	20	63	Conforme
PK 05+040 – 05+440	21	20	63	Conforme
PK 04+460 – 05+800	18	20	54	Conforme
PK 05+820 – 06+220	20	20	60	Conforme
PK 06+240 – 06+280	-	-	-	Pas d'essai (3 profils ; 3x3 = 9 pts manquants)
PK 06+300 – 06+400	6	20	18	Conforme
PK 06+420 – 06+480	4	20	12	Conforme
PK 06+500 – 06+760	14	20	42	Conforme
PK 06+760 – 07+200	23	20	69	Conforme
PK 07+220	-	-	-	Pas d'essai (1 profil ; 1x3 = 3 pts manquants)
PK 07+230 – 07+320	10	20	30	Conforme
PK 07+340 – 07+520	10	20	30	Conforme
PK 07+520 – 07+740	12	20	36	Conforme
PK 07+760 – 08+160	21	20	63	Conforme
PK 08+180 – 08+500	17	20	51	Conforme
PK 08+510 – 08+590	5	20	15	Conforme
PK 08+600 – 08+900	21	20	63	Conforme
PK 08+920 – 09+040	7	20	21	Conforme
PK 09+040 – 09+280	13	20	39	Conforme
PK 09+300 – 09+540	13	20	39	Conforme
PK 09+740 – 10+060	17	20	51	Conforme

- **Essai de compacité couche de base GLC**

Le Tableau 63 recense l'ensemble des PV de compacité de la couche de base. Sur 87 emplacements théoriques à raison d'un essai tous les 100 m, 78 ont été contrôlés, soit un taux de 89,66 %.

Tableau 63 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de la compacité couche de base GLC

Section / PK	Pts réalisés	Pts théoriques	Évaluation
02+000 – 03+000	11	11	Conforme
03+110 – 03+610	5 + 1 non conf.	6	Conforme (1 point distance non conforme)
03+640 – 03+740	2	2	Conforme
03+800 – 04+100	4	4	Conforme
04+200 – 04+180	2	2	Conforme
04+300 – 04+380	2	2	Conforme
04+460 – 04+560	2	2	Conforme
04+650	1	1	Conforme
04+750	0	1	Pas d'essai (1 pt manquant)
04+800 – 05+100	4	4	Conforme
05+170 – 05+870	6	8	Non conforme : 2 pts manquants (PK 05+470 et 05+670)
05+950 – 06+150	3	3	Conforme
06+290 – 06+990	5 conforme + 2 manquants + 1 non conf.	8	Non conforme : 2 pts manquants, 1 espacement non conforme (140 m)
07+030 – 07+230	3	3	Conforme
07+340 – 07+440	2	2	Non conforme : (1 espacement non conforme)
07+540 – 07+740	3	3	Conforme
07+830 – 08+030	3	3	Conforme
08+150 – 08+450	3 + 1 non conf.	4	Non conforme : espacement 120 m (au lieu de 100 m)

Section / PK	Pts réalisés	Pts théoriques	Évaluation
08+540 – 08+940	5	5	Conforme
09+040 – 09+540	6	6	Conforme
09+600 – 09+900	4	4	Conforme
10+000 – 10+200	3	3	Conforme

- **Mesures de déflexion couche de base GLC**

Le Tableau 64 présente l'ensemble des PV de déflexion de la couche de base. Avec 1 567 mesures réalisées sur 1 576 théoriques, c'est le taux le plus élevé de toute l'étude : 99,43 %. Seuls 9 points manquants sont recensés sur l'ensemble du linéaire.

Tableau 64 : Fiche d'évaluation de la fréquence des essais de déflexion couche de base GLC

Intervalle PK testé	Nb Points	Espacement (m)	Total mesures (×3 files)	Évaluation
PK 01+990 – 02+190	21	10	63	Conforme
PK 02+200 – 02+400	21	10	63	Conforme
PK 02+410 – 02+610	21	10	63	Conforme
PK 02+620 – 02+820	21	10	63	Conforme
PK 02+830 – 03+000	18	10	54	Conforme
PK 03+000 – 04+400	21	10	63	Conforme
PK 03+400 – 03+640	13	10	39	Conforme
PK 03+640 – 03+790	9	10	37	Conforme
PK 03+780 – 03+980	21	10	63	Conforme
PK 03+990 – 04+180	20	10	60	Conforme
PK 04+180 – 04+280	6	10	18	Conforme

Intervalle PK testé	Nb Points	Espacement (m)	Total mesures (×3 files)	Évaluation
PK 04+480 – 04+740	14	10	42	Conforme
PK 04+740 – 05+140	21	10	63	Conforme
PK 05+150 – 05+550	21	10	63	Conforme
PK 05+570 – 05+890	17	10	51	Conforme
PK 05+900 – 06+180	15	10	45	Conforme
PK 06+200 – 06+320	7	20	21	Conforme
PK 06+320 – 06+440	7	20	21	Conforme
PK 06+440 – 06+840	21	20	63	Conforme
PK 06+860 – 07+010	20	20	60	Conforme
PK 07+010 – 07+310	16	20	48	Conforme
PK 07+330 – 07+520	11	20	33	Conforme
PK 07+540 – 07+570	3	20	9	Pas d'essai (3 profils ; 3x3 = 9 pts manquants)
PK 07+570 – 07+770	16	20	48	Conforme
PK 07+760 – 08+120	19	20	57	Conforme
PK 08+120 – 08+540	22	20	66	Conforme
PK 08+540 – 08+940	21	20	63	Conforme
PK 08+940 – PK 09+120	10	20	30	Conforme
PK 09+120 – 09+210	6	20	18	Conforme
PK 09+210 – 09+580	20	20	60	Conforme
PK 09+580 – 09+920	18	20	54	Conforme
PK 09+920 – 10+200	15	20	45	Conforme