



Ingénieur-conseil chargé d'apporter une assistance technique à court terme à AFCAP en République Démocratique du Congo

**Rapport de visite du site
CPR 1349**

Par Kenneth Mukura
Directeur régional de TRL pour l'Afrique australe

Août 2012

Ce projet a été financé par le Programme africain d'accès communautaire (AFCAP) qui favorise un accès sûr et durable aux marchés, à la santé, à l'éducation, à l'emploi et aux réseaux sociaux et politiques pour les communautés rurales en Afrique.

Lancé en Juin 2008 et géré par Crown Agents, ce projet, étendu sur cinq ans et financé par le gouvernement britannique (DFID), il encourage la recherche et le partage de connaissances entre les pays participants afin de favoriser la prise en compte de solutions à faible coût et ayant fait leurs preuves pour ce qui est de l'accès rural ainsi que de maximiser l'utilisation des ressources locales.

Le programme est actuellement actif en Éthiopie, au Kenya, au Ghana, au Malawi, au Mozambique, en Tanzanie, en Zambie, en Afrique du Sud, en République Démocratique du Congo et au Sud-Soudan et il développe des relations avec un certain nombre d'autres pays et organisations régionales à travers l'Afrique.

Cette documentation a été financée par UKAid du Département Britannique pour le Développement International. Cependant, les opinions exprimées ici ne reflètent pas forcément les politiques officielles du département ou de l'agent responsable.

Pour plus d'informations visiter le site <https://www.afcap.org>

Préface

Ce rapport donne les détails sur l'étude de cadrage en RDC menée en appui au programme Pro-Routes du DFID et de la Banque mondiale qui vise le désenclavement des zones inaccessibles du pays. Le rapport porte sur les dispositions de sécurité, les réunions qui ont eu lieu, les visites qui ont été effectuées sur les tronçons ciblés, les conclusions, les propositions et les recommandations.

Table des Matières

1	Introduction	5
2	Cadre organisationnel.....	6
3	Briefing de sécurité	7
4	Objectifs de la mission	7
5	Rôles et responsabilités	8
6	Exploiter la volonté politique.....	8
7	Route Burhale - Shabunda	10
7.1	Sources de matériaux - Emprunts visibles	12
7.2	Résumé des observations	12
7.2.1	Matériaux :.....	12
7.2.2	Climat :	13
7.2.3	Géométrie du terrain et de la route	13
7.2.4	Géologie :	13
7.3	Tronçons proposés.....	14
7.4	Capacités locales	14
8	Route Kalemie - Uvira	15
8.1	Résultats du relevé.....	17
8.2	Détails fosses de gravier visible	18
8.3	Résumé des observations	19
8.3.1	Climat	19
8.3.2	Géométrie du terrain	19
8.4	Tronçons proposés.....	19
9	Compte rendu et recommandations	20
9.1	Discussions générales et recommandations.....	20
9.2	Recommandations techniques	22
9.3	Résultats.....	23
9.4	Estimations des coûts du projet.....	24
10	Travaux préparatoires.....	24
10.1	Route Burhale - Shabunda	24
10.2	Route Kalemie - Uvira :	27
11	Conclusion.....	30

Tableaux

Tableau 7-1 Données du relevé visuel pour la route Burhale - Shabunda.....	10
Tableau 7-2 Source de gravier trouvé sur la route Burhale - Shabunda	12
Tableau 7-3 Tronçons expérimentaux proposés sur la route Shabunda - Burhale.....	14
Tableau 8-1 Informations du relevé visuel sur la route Kalemie-Uvira.....	17
Tableau 8-2 Informations sur les sources de gravier trouvées sur la route Kalemie - Uvira	18
Tableau 8-3 Tronçons expérimentaux sur la route Kalemie - Uvira.....	19
Tableau 9-1 Estimations de coûts pour les tronçons expérimentaux proposés	24
Tableau 10-1 Liste de travaux préparatoires pour la route Burhale - Shabunda.....	24
Tableau 10-2 Travaux préparatoires pour la route Kalemie - Uvira.....	27

1 Introduction

La République démocratique du Congo est l'un des plus grands pays d'Afrique en termes de superficie, elle a une population d'environ 60 millions d'habitants. Son climat est à la fois tropical et équatorial. La pluviométrie est élevée et intense. De vastes étendues sont couvertes par la forêt tropicale. La topographie varie de terrains plats à vallonnés, dans les zones basses, aux rudes paysages montagneux.

Le pays a connu une longue histoire de conflits et, par conséquent, une grande partie des infrastructures s'est détériorée. Le réseau routier de plus de 30.000 km, représentant la majorité du réseau total classé, est connu comme étant dans un état déplorable. Seulement 42 % sont considérés comme étant en bon état ou acceptable¹. De vastes zones et de nombreuses communautés sont privées d'un accès fiable, ce qui contribue à la pauvreté, l'insécurité et le sous-développement.

DFID et la Banque mondiale ont lancé le programme Pro-Routes destiné à rouvrir les routes qui avaient été réduites en pistes ou sentiers (Voir carte à l'**annexe B**). Certains tronçons de routes sont devenus impraticables et n'ont pas été fréquentés depuis de nombreuses années et ont par conséquent été envahis par la végétation. L'objectif principal du programme est d'assurer un accès de base, et les routes sont construites aux normes minimales afin d'atteindre des coûts de construction d'environ \$ 24.000/km.

Le gouvernement de la RDC a demandé de participer à l'AFCAP afin de bénéficier de directives de meilleures pratiques pour le transport rural développées dans d'autres pays de la région. La RDC offre également la possibilité d'effectuer de nouvelles recherches sur la conception et l'entretien des routes rurales dans les régions à pluviométrie très élevée. TRL a été désigné par Crown Agents dans le cadre de l'AFCAP pour organiser une visite conjointe en RDC. Le but de cette visite était de procéder à une étude de cadrage sur la possibilité d'initier des projets de recherche et de démonstration en rapport à la modernisation des routes non pavées existantes en routes asphaltées et ce, à l'aide de matériaux disponibles localement et de conceptions innovatrices. L'étude de cadrage a été menée dans deux zones :

1. Province du Sud-Kivu : Route Burhale - Shabunda
2. Province du Katanga : Route Kalemie - Uvira

L'étude de cadrage a couvert un certain nombre de questions, notamment :

1. L'adéquation des routes pour la mise en place des tronçons expérimentaux
2. Les matériaux disponibles et comment ils pourraient être utilisés dans les essais
3. La capacité des différents acteurs à savoir gérer et mettre en œuvre les projets de recherche, y compris les tests techniques nécessaires :
 - a. Les entrepreneurs
 - b. Les consultants
 - c. La cellule Infrastructures

¹ Foster, V. et Benitez, D. The Democratic Republic of Congo's Infrastructure a Continental Perspective. Policy Research Working Paper 5602. Banque Mondiale. Mars 2011.

- d. L'Office des routes
4. Discuter du financement des travaux en utilisant des valeurs approximatives (Il n'a pas été possible d'établir des coûts précis sans avoir au préalable élaboré les plans des tronçons).

Ce rapport fournit des détails sur les conclusions et recommandations de la visite et les étapes suivantes vers la mise en œuvre.

2 Cadre organisationnel

La première partie de la visite a eu lieu dans le Sud-Kivu. L'équipe était constituée de :

1. Nkululeko Leta (Directeur Technique de l'AFCAP)
2. Kenneth Mukura (Directeur régional de TRL pour l'Afrique australe et chef d'équipe pour les projets de recherche routiers appuyés par l'AFCAP au Mozambique)
3. Paul Muzadi, Directeur de programme adjoint, Création de richesses et Croissance, DFID/RDC

Lors de la visite à Bukavu au Sud-Kivu, l'équipe a été rejointe par Eddy Bynens, un consultant indépendant engagé par DFID/RDC dans le cadre de leurs programmes routiers, notamment Pro-Routes et « Roads in the East » (RiE).

La deuxième partie de la visite a eu lieu dans la province du Katanga où l'équipe a été rejointe par des représentants de la Cellule Infrastructures et l'Office des Routes.

La troisième et dernière partie de la visite a impliqué une séance d'information dans la capitale Kinshasa sur les conclusions préliminaires de la mission. Les participants à la séance d'information incluaient le DFID, la Cellule Infrastructures, la délégation de l'Union Européenne en RDC, FONER (Fonds routier), la DVDA (agence chargée des routes rurales au sein du ministère du gouvernement local), l'OVD, le bureau de contrôle de la qualité (CTB) et l'Office des Routes. La visite incluait également un passage au laboratoire principal de matériaux de l'Office des Routes à Kinshasa pour évaluer la capacité des entités locales à effectuer les tests de laboratoire nécessaires.

La majorité des informations essentielles ont été recueillies à partir des discussions détaillées sur le site et lors de réunions dans les centres principaux (Bukavu, Kalemie et Kinshasa). Cette approche a été assez efficace étant donné la quasi-inexistence de documentation de référence avant la visite. Des comptes-rendus succincts des résultats des rencontres sont inclus dans des sections de ce document un peu plus loin.

La structure de l'étude de cadrage comprenait un certain nombre de points importants.

1. La sécurité : elle était d'une importance capitale pour la conduite efficace de la visite étant donné que l'Est de la RDC est actuellement instable à cause de l'activité croissante de groupes rebelles qui rend impossible l'accès à plusieurs zones.
2. La politique : la volonté politique est cruciale à la réussite de ce programme ainsi, dans la mesure du possible et chaque fois que l'occasion se présentait, il sera important de mobiliser le soutien des autorités compétentes

3. Travail en équipe : afin de mener à bien et de manière diligente les différentes activités, il est important que les acteurs externes, les autorités locales et les experts unissent leurs forces
4. Les faits : il est important que des informations adéquates soient rendues accessibles pour permettre la formulation de recommandations utiles
5. Rapports : ce rapport est le principal résultat de la visite et de l'étude de cadrage.

3 Briefing de sécurité

L'équipe est arrivée à Bukavu le 14 juillet 2012 et à cause de quelques préoccupations d'ordre sécuritaire à l'Est de la RDC, des dispositions ont été prises pour un briefing de sécurité dans la section militaire des bâtiments de la Mission de l'ONU en RDC (MONUSCO). Cette séance était particulièrement importante pour la visite car il était nécessaire de disposer d'informations et des conseils fiables des experts concernant les zones à risque et les précautions nécessaires à prendre pour éviter de s'aventurer malencontreusement dans ces zones.

Les faits saillants des points chauds et les incidences liées à la sécurité dans différentes zones ont été présentés à l'équipe. Des zones du Nord-Kivu faisaient l'objet de préoccupations, en particulier la ville de Goma, et certaines parties du Sud-Kivu, où des cas d'activités rebelles et quelques décès ont été signalés.

En outre, des informations ont été fournies sur les zones sécurisées où les activités pouvaient continuer sans besoin d'escortes militaires. Il s'agit notamment des zones proches de Bukavu et les premiers tronçons de la route-cible Burhale-Shabunda.

La zone traversée par la route cible dans la province du Katanga, la route Kalemie-Uvira était également sûre et aucun soutien militaire n'a été nécessaire.

4 Objectifs de la mission

Une réunion s'est tenue au siège de l'UNOPS à Bukavu, et a connu la participation du Ministre des Travaux Publics et de l'Habitat du Sud-Kivu. Des présentations ont été faites concernant l'AFCAP et ses objectifs, ainsi que le but de la visite et de l'étude de cadrage.

Les points suivants ont été notés :

1. La mission devrait évaluer la disponibilité des matériaux de construction de routes appropriés le long des routes sélectionnées.
2. La mission devrait également évaluer la capacité de l'industrie locale à mettre en œuvre le projet, notamment pour l'exécution des travaux (entités publiques et privées), l'assurance qualité (laboratoires, équipements et personnel qualifié), le régime d'entretien, etc.
3. La mission devrait sélectionner les tronçons expérimentaux potentiels sur les routes cibles pour résoudre les problèmes techniques d'accessibilité en utilisant des solutions durables.

Kenneth Mukura de TRL a fait un exposé sur les travaux de recherche de l'AFCAP menés au Mozambique concernant les conceptions de revêtements innovants et à faible coût. L'exposé a porté

sur un certain nombre d'aspects, y compris des conceptions innovantes dans l'utilisation de matériaux pauvres et marginaux locaux (base hétéroclite, base renforcée, base traitée aux émulsions) et sur différentes options de revêtements, tels que les scellés Otta, les coulis bitumeux, les joints de sable, etc. :

5 Rôles et responsabilités

UNOPS² est l'agence d'exécution du DFID en RDC et a pour mandat de gérer l'administration et la mise en œuvre des programmes d'infrastructures financés par le DFID. L'UNOPS a signé un protocole d'accord (MoU) avec le DFID pour 3 ans, jusqu'en 2014. Ce temps devrait suffire pour achever les projets de recherche avant l'expiration du protocole d'accord.

Eddy Bynens - Conseiller technique auprès du DFID RDC

Office des Routes - est l'organe exécutif du gouvernement pour les projets d'infrastructures, notamment la construction et l'entretien des infrastructures routières. Tous les travaux réalisés par l'Office des Routes sont considérés comme des travaux en régie.

Cellule Infrastructures - créée pour apporter un soutien au ministère des travaux publics, gère également les projets et programmes d'infrastructures dans le pays.

AFCAP - un programme grâce auquel le DFID apporte un soutien financier et technique aux projets de recherche et à la diffusion des connaissances dans le secteur du transport rural dans les pays participants. La phase 1 de l'AFCAP se termine en juin 2013 (Il existe une possibilité d'extension dans une phase 2, mais ce n'est pas encore confirmé). Crown Agents gère l'AFCAP au nom du DFID.

Le DFID et la Banque mondiale – ils financent la construction d'infrastructures routières dans le cadre du programme Pro-Routes dans le Kivu et envisagent de financer la construction de tronçons expérimentaux.

TRL - le Transport Research Laboratory du Royaume-Uni effectue des recherches et des travaux de développement dans le cadre de l'AFCAP et d'autres programmes et projets dans les pays en voie de développement et développés.

6 Exploiter la volonté politique

L'initiative a été très bien accueillie et après communication entre le Ministre et le Gouverneur, une invitation a été reçue pour que l'équipe puisse assister à une réunion à la résidence officielle du gouverneur de Bukavu. Des présentations ont été faites au Gouverneur et aux cadres de l'Office des Routes - M. Roti, à la Cellule Infrastructures, au Ministère des Travaux Publics et aux autres.

Beaucoup de discussions ont eu lieu et le résultat de la réunion a été très positif. Le Ministre et le Gouverneur ont assuré leur soutien total à l'initiative et souligné ce qui suit :

² Bureau des Services d'Appui aux Projets des Nations Unies

1. L'initiative est très importante pour la RDC
2. La RDC a beaucoup de défis et manque d'infrastructures routières et de ressources
3. Les nouvelles technologies sont importantes non seulement pour Shabunda et d'autres routes rurales, mais aussi pour les routes urbaines
4. Le taux de chômage est élevé et le Président a rappelé la nécessité de réduire le chômage. L'initiative peut inclure des approches fondées sur l'emploi en réponse à ce besoin.
5. Il est nécessaire de faire une comparaison entre les coûts des approches traditionnelles et les approches à faible coût ou novatrices.
6. Il est nécessaire d'élaborer des propositions sur les matériaux à utiliser et dans quelles conditions.
7. Il est nécessaire de comprendre la situation géologique et géomorphologique de la province. Le Nord-Kivu présente des matériaux volcaniques.
8. Il existe un plan de mise en place d'une usine d'asphalte dans la province.
9. Il est nécessaire d'enregistrer les études visuelles de l'état et d'autres données afin de constituer une base de données probantes des performances routières et des avantages associés.

7 Route Burhale - Shabunda

Les données du relevé visuel de l'état sont reprises dans le Tableau 7-1.

Tableau 7-1 Données du relevé visuel pour la route Burhale - Shabunda

Chaînages	Drainage	Géométrie	Profil	Plate-forme	Largeur route existante
De 0+000 à 2+600	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 2+600 à 3+500	Bon (nécessité de drains maçonnés)	Escarpée	Onduleux	Limon rouge - SG3	5 m
De 3+500 à 5+300	Bon (nécessité de drains maçonnés)	Escarpée	Onduleux	Limon rouge - SG3	5 m
De 5+300 à 5+800	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 5+800 à 7+400	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 7+400 à 7+600	Mauvais (marécageux)	Modérée/plate	Plat	Sol argileux noir – SG3	5 m
De 7+600 à 9+800	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 9+800 à 11+000	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 11+000 à 12+000	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 12+000 à 13+500	Mauvais	Escarpée	Onduleux	Limon rouge - SG3	5 m
De 13+500 à 15+300	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 15+300	Petit pont abîmé				4 m
De 15+300 à 16+500	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	4 m
De 16+500 à 17+800	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	5 m
De 17+800 à 18+200	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	4 m
De 18+200	Petit pont				
De 18+200 à 18+400	Bon	Modérée	Vallonné	Limon rouge - SG3	4 m
De 18+400 à 19+400	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	4 m
De 19+400 à 20+000	Bon	Modérée	Vallonné	Rocheux	4 m
De 20+000 à 21+300	Bon	Modérée	Vallonné	SG9	4 m
De 21+300 à 22+000	Sur pente raide/haute ascendante de	Modérée	Onduleux	SG9	4 m

	bassin versant				
De 22+000 à 23+400	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Modérée	Montagneux	Graveleuse – SG9	4 m
De 23+400 à 24+800	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Modérée	Montagneux	Graveleuse - SG9	4 m
De 24+800 à 26+200	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Modérée	Montagneux	Graveleuse - SG9	5 m
De 26+200 à 27+200	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Modérée	Montagneux	Graveleuse - SG9	4 m
De 27+200	Pont Lubimbi 1				
De 27+200 à 29+800	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Virages modérés/serrés	Montagneux	Graveleuse - SG9	3 m
De 29+800 à 38+800	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Virages modérés/serrés	Montagneux	Graveleuse - SG9	3 m
De 38+800 à 40+500	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Virages modérés/serrés	Montagneux	Graveleuse - SG9	4 m
De 40+500 à 43+000	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Virages modérés/serrés	Montagneux	Graveleuse - SG9	3 m
De 43+000 à 45+000	Sur pente raide/haute ascendante de bassin versant	Virages modérés/serrés	Montagneux	Graveleuse - SG9	3 m
De 45+000	Pont Lubimbi 2	Fin du relevé			

7.1 Sources de matériaux - Emprunts visibles

Les informations sur les emprunts disponibles sont reprises dans le Tableau 7-2.

Tableau 7-2 Source de gravier trouvé sur la route Burhale - Shabunda

Chaînage	Description	Remarques
19+000	Le gravier latéritique est présent, mais la qualité et les quantités ne sont pas connues. Il est possible que le matériau contienne du limon, qu'il ait une grande plasticité et une faible résistance	Il est important de prospecter intensivement dans ce secteur
23+400	Gravier quartzitique avec des rochers. Utilisé également comme source de sable	Ce gravier n'a pas la qualité technique nécessaire et est inutilisable.
24+000	Affleurement de gravier latéritique, de bonne qualité, mais très probablement en petites quantités	Plus de prospection peut être nécessaire parce qu'il y a probabilité de découvrir de grandes quantités dans les environs
38+200	Gravier latéritique disponible en quantités viables mais susceptibles de présenter une grande plasticité.	

7.2 Résumé des observations

7.2.1 Matériaux :

1. De 0+000 à 20+000, présence de sols très pauvres, c.-à-d. plate-forme de limon plastique peu résistant (SG 3).
2. De 20+000 à 45+000, une bonne plate-forme de SG6 à SG9
3. Le gravier pour la construction de la couche de base est rare ou inexistant et toute source potentielle peut nécessiter la stabilisation, de préférence à la chaux ou encore au ciment
4. Des affleurements de latérite ont été remarqués et des sources plus viables pourraient être découvertes grâce à une prospection appropriée. Toutefois, il est probable que le gravier soit très plastique en raison de la teneur élevée en limon.
5. Le granulat de surface est disponible à ~ 70km du site sur la route de l'aéroport
 - a. Des pierres cassées à la main sont disponibles pour le macadam traité par pénétration et autres revêtements minces
 - a. Un granulat concassé à la machine est également disponible mais sa présence n'a pas été visuellement confirmée
6. Le ciment pour la stabilisation de la fondation supérieure et la construction des structures est disponible mais à un prix élevé (20 - 25\$/sac de 50kg)
7. La chaux est disponible au nord de Bukavu, mais le prix est actuellement inconnu.

7.2.2 *Climat :*

1. Très humide - les pluies durent 9 mois dans l'année
2. De fortes pluies causent des inondations et l'entraînement de terres

7.2.3 *Géométrie du terrain et de la route*

1. La route traverse des zones de terrain difficile, vallonné et montagneux
2. De 0+000 à 5+000 : le tronçon comporte des pentes variant de douce à abrupte
3. De 5+000 à 45+000 : tronçons vallonnés
4. De 0+000 à 20+000 : la route se situe principalement sur un bassin versant
5. De 20+000 à 45+000 : la route est coupée en escarpements abrupts et comporte des courbes très raides appelées également « courbes en épingle à cheveux »
6. La largeur varie entre 4 et 6 m

7.2.4 *Géologie :*

1. De 0+000 à 20+000 : présence de limons plastiques profonds
2. De 20+000 à 45+000 : présence de schiste ardoisier fortement décomposé et peu résistant et qui présente également un potentiel élevé de problèmes géotechniques sous la forme de glissements de terrain dans les fentes. Le schiste a tendance à s'affaisser lorsqu'il est saturé

7.3 Tronçons proposés

Les tronçons proposés pour les essais sont repris dans le Tableau 7-3.

Tableau 7-3 Tronçons expérimentaux proposés sur la route Shabunda - Burhale

Tronçon	Caractéristiques	Solutions de conception possibles
De 0+000 à 5+000	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tronçons ondulés ➤ Tronçons escarpés - glissants pendant la saison des pluies ➤ Mauvaise infrastructure - limon rouge plastique ~ CBR = 3 à 6% ➤ Drainage relativement bon 	<p>Une seule couche de base de la route, très probablement avec stabilisation et un court tronçon pourvu d'une base renforcée</p> <p>Différents types de revêtement, notamment le macadam traité par pénétration, enduit superficiel double, enduit superficiel simple avec recouvrement de sable, dalles ou bandes de béton, etc.</p>
De 16+000 à 20+000	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ondulé ➤ Géométrie longitudinale variant de modérée à plate ➤ Infrastructure de faible résistance et glissante lorsque mouillée ➤ Structure d'eau détériorée 	<p>Couche de base de route en latérite naturel</p> <p>Traitement de surface Otta (simple et double, et simple avec couche de sable), dalles ou bandes de béton, enduit, etc.</p>

7.4 Capacités locales

1. L'UNOPS ainsi que d'autres intervenants clés joueront un rôle central dans l'exécution du projet. L'UNOPS devra engager un ingénieur dédié pour superviser et gérer les travaux et superviser les contrats. L'UNOPS préparera les programmes.
2. L'Office des Routes est capable de réaliser les travaux, mais il lui faudra l'assistance technique et la formation sur le tas. Cela couvrira les techniques de construction, l'assurance qualité, les essais, etc.
3. L'Office des Routes peut effectuer les tests de contrôle qualité à la fois en laboratoire et sur le terrain, mais sa capacité dans ce domaine doit être vérifiée.
4. Un entrepreneur chinois possédant un laboratoire est disponible et pourra fournir une capacité supplémentaire pour les tests de laboratoire.
5. Il peut être nécessaire de travailler avec un consultant local engagé par l'UNOPS. L'équipe externe peut ne pas être disponible chaque jour pendant toute la durée du projet et donc un consultant local peut fournir des ingénieurs ou des superviseurs de site pour mener à bien les activités de supervision de routine du projet. Les services du consultant peuvent également s'avérer importants pendant les phases de conception du projet, au cas où le

besoin d'une conception géométrique se manifesterait, c.-à-d. pour réaliser des études de terrain et concevoir la géométrie.

6. Il est possible de réaliser certains des travaux de terrassement et de nivellement au moyen de méthodes basées sur la main-d'œuvre. Un entrepreneur local qui utilise cette approche est déjà en train de travailler sur la route. Le maître d'œuvre a été rencontré lors de la visite.
7. TRL a fourni une liste de tests qui doivent être effectués et de tout l'équipement qui pourrait être nécessaire.
8. Des présentations ont été faites aux collectivités locales et celles-ci ont exprimé leur volonté de s'impliquer de manière significative dans le projet.
9. Des rencontres avec le gouverneur et le ministre des Travaux publics ont révélé un appui politique de haut niveau qui laisse présager un bon aboutissement et la durabilité du projet.

8 Route Kalemie - Uvira

Il s'agit d'une route à faible volume de trafic, avec un débit journalier moyen d'environ 20 véhicules. Elle traverse un paysage vallonné, de la ville de Kalemie en direction d'Uvira. Cette route fait partie du programme Pro-Route de la DFID/BM. Le projet a été lancé pour ouvrir la route qui était envahie par la végétation. Pas étonnant que certaines personnes le long de la route voyaient des véhicules pour la première fois dans leur vie.

Il s'agit également d'une route nationale et, par conséquent, toute intervention doit se conformer étroitement aux normes concernant les routes nationales de la RDC. Toutefois, l'intervention actuelle est basée sur une norme Pro-Route. La route est construite sur une largeur de 5 m, ce qui est assez étroit. La norme pour les routes nationales est de « 7 sur 9 », ce qui signifie 7 m de chaussée avec des accotements de 1 m. Le trafic attendu est de 0,5M.

Une réunion a eu lieu à l'Office des Routes de Kalemie et étaient présents :

1. L'équipe de la mission
 - a. Nkululeko Leta – AFCAP
 - b. Kenneth Mukura – TRL
 - c. Paul Muzadi – DFID RDC
2. Chef de Brigade de Kalemie
3. La cellule Infrastructures

D'autres discussions ont eu lieu pendant la visite du site.

Informations recueillies

Générales :

1. Le chantier de construction est à 220 km de Kalemie
2. Les travaux ont débuté en juillet 2010
3. Le programme Pro-Route de DFID/WB couvrira 1177 km
4. Kalemie et Lubumbashi ne présentent aucun problème de sécurité
5. La Cellule Infrastructures est responsable du réseau prioritaire
 - a. 15000 km au total
 - b. 6000 km ouverts
 - c. 9000 km non-exécutés

6. Le trafic est actuellement d'environ 20 vpj mais pourraient augmenter considérablement dès que la route sera ouverte en direction d'Uvira. Cependant, les autorités locales ne s'attendent pas à voir augmenter le trafic au-delà de 100 vpj.
7. La Cellule Infrastructures a recommandé une section transversale de la chaussée de 7 m de largeur sur 9 m de largeur totale (soit 1 m d'accotements), conformément aux normes de la RDC. (L'équipe n'a pas encore reçu la documentation relative aux normes et spécifications de la RDC).

Capacités locales :

1. L'Office des Routes ne possède pas de laboratoire de matériaux à Kalemie. Lorsque des essais sont nécessaires, une équipe du laboratoire de Lubumbashi est mobilisée.
2. Il est important que l'Office des Routes implante un laboratoire à Kalemie
3. Il existe un entrepreneur de moyenne échelle à Kalemie appelé SAFRICAS qui a la capacité d'effectuer des travaux de l'échelle attendue pour les tronçons expérimentaux. Une visite a été faite dans leurs locaux et l'équipement et les installations suivantes ont été observés :
 - a. 1 niveleuse, rouleau vibrant de 15 tonnes, rouleau compresseur pneumatique de 8 tonnes, 6 camions-benne, distributeur liant, gravillonneuse, etc.
 - b. Un laboratoire en fonctionnement qui peut effectuer des tests de base (analyse granulométrique, densité, etc.)
 - c. Capacité de poser des revêtements ordinaires : enduits superficiels, béton bitumineux, etc.
4. Il existe une carrière de granulats pour le surfacage à Musalala à Kalemie
5. Il existe une usine de ciment à Kalemie. La capacité de production et la fonctionnalité n'ont pas pu être vérifiées lors de la visite.
6. Coût du ciment
 - a. 18\$/sac à Kalemie
 - b. 15\$/sac à Kinshasa
 - c. 20-25\$/sac au Sud-Kivu
 - d. 25-40\$/sac au Kasai central
7. L'Office des Routes a une capacité limitée à Kalemie pour effectuer des travaux de construction, plus de ressources devront être apportées de Lubumbashi.

8.1 Résultats du relevé

Les informations du relevé visuel pour la route Kalemie-Uvira sont reprises dans le Tableau 8-1.

Tableau 8-1 Informations du relevé visuel sur la route Kalemie-Uvira

Chaînages	Drainage	Géométrie	Profil	Plate-forme	Largeur route existante
De 0+000 à 5+600	Tronçon municipal				
De 5+600 à 6+600	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	5 m
De 6+600 à 10+000	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	5 m
De 10+000 à 14+500	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	5 m
De 14+500 à 15+500	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	5 m
De 15+500 à 16+000	Bon	Escarpée	Onduleux	Graveleuse - SG9	4,5 m
De 16+000 à 17+000	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	4,5 m
De 17+000 à 19+200	Bon	Modérée	Vallonné	Limoneuse – SG3	4,5 m
De 19+200	Structure d'eau				
De 19+200 à 21+300	Bon	Modérée	Vallonné	Limoneuse – SG3	5 m
De 21+300 à 22+800	Bon	Modérée	Vallonné	Sablonneuse – SG3	5 m
De 22+800	Structure d'eau				
De 22+800 à 25+800	Bon	Modérée	Vallonné	Sablonneuse – SG3	5 m
26+000	Jonction vers Fizi				
De 26+000 à 29+900	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG6	5 m
De 29+900 à 30+500	Bon	Escarpée	Onduleux	Graveleuse - SG6	4,5 m
De 30+500 à 32+500	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG6	5 m
32+500	Structure d'eau				
De 32+500 à 33+800	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG6	5 m
33+800	Structure d'eau				
De 33+800 à 38+000	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 38+000 à 41+800	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 41+800 à	Pauvre (nécessite	Plate	Plat	Argileuse – SG3	9 m

42+100	une amélioration)				
De 42+100 à 45+800	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 45+800 à 46+100	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 46+100 à 50+500	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 50+500 à 54+500	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 54+500 à 56+800	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG6	5 m
De 56+800 à 63+900	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	5 m
De 63+900 à 71+000	Bon	Modérée	Vallonné	Graveleuse - SG9	4 m
De 71+000 à 78+800	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m
De 78+800 à 79+000	Bon	Escarpée	Onduleux	Argileuse – SG3	5 m
De 79+000 à 83+700	Bon	Modérée	Vallonné	Argileuse – SG3	5 m

8.2 Détails fosses de gravier visible

Les fosses de gravier trouvées sur la route Kalemie-Uvira sont reprises dans le Tableau 8-2.

Tableau 8-2 Informations sur les sources de gravier trouvées sur la route Kalemie - Uvira

Chaînage	Description	Remarques
6+700	Gravier quartzitique brut à faible plasticité, avec indice portant estimé à 50 – 70%	Le gravier est abondant. Adapté pour l'utilisation en tant que couche de fondation sans stabilisation.
26+000	Gravier latéritique, bien calibré avec une plasticité modérée (PI), estimée à 9 – 13. Le gravier contient de petites quantités de quartz.	Il est adapté pour utilisation en tant que couche de fondation sans stabilisation, à moins que le PI s'avère être beaucoup plus élevé que prévu.
49+000	Carrière de gravier quartzitique. Gravier grossier et est apparu être plastique	Le filon paraissait maigre, mais il peut être possible d'obtenir plus de gravier grâce à une prospection plus étendue.
63+900	Gravier quartzitique, mais le granulat est peu résistant et plus arrondi. Semble être du gravier de rivière, PI estimé de 11 à 16	Le gravier est adapté pour la couche de fondation, mais cela doit être confirmé par des essais de laboratoire.
71+400	Gravier latéritique fin, non plastique	

	et trouvé en petites quantités	
83+700	Mélange de quartz/latérite. La fraction de quartz est constituée de granulats arrondi et probablement de gravier de rivière (PI d'env. 11 à 16)	Peut ne pas convenir comme couche de fondation.

8.3 Résumé des observations

8.3.1 Climat

1. Très humide et il pleut pendant 7 mois au cours d'une année avec les plus fortes pluies dans la période allant de décembre à février.
2. La plupart des structures sont inondées pendant les averses.

8.3.2 Géométrie du terrain

1. Principalement vallonné et plat
2. Tronçon en pente raide entre 15+000 et 16+000
3. Bon drainage le long de la plupart des tronçons
4. La largeur est généralement de 5 m de chaussée en gravier, avec toutefois des tronçons plus étroits (~ 4 m).
5. La largeur de la route est basée sur une norme Pro-route de 5 mètres. Néanmoins, pour des travaux plus durables tel que le scellé, la Cellule Infrastructure a proposé que les normes nationales de 7/9 soit respectées, (chaussée de 7 m sur une surface de route de 9 m de large, soit ayant des accotements de 1 m de large).

8.4 Tronçons proposés

Les tronçons proposés pour les essais sont repris dans le Tableau 8-3.

Tableau 8-3 Tronçons expérimentaux sur la route Kalemie - Uvira

Tronçon	Caractéristiques	Solutions de conception
De 19+000 à 26+000	Le tronçon dispose d'une plate-forme d'argile peu résistante et est glissante pendant la saison des pluies	Couche de base à simple épaisseur de graviers quartzitiques et latéritiques. Surfaçage avec double traitement de surface Otta fait avec des granulats naturels quartzitiques et latéritiques disponibles localement.
De 38+000 à 43+000	Le tronçon dispose d'une plate-forme d'argile peu résistante et est glissante pendant la saison des pluies. Une déformation excessive se produit pendant la saison des pluies. L'argile	Couche de base à simple épaisseur de graviers quartzitiques et latéritiques. Surfaçage avec double traitement de surface Otta fait

	n'est pas potentiellement expansive Le tronçon traverse le Village Buzito	avec des granulats quartzitiques et latéritiques.
--	--	--

9 Compte rendu et recommandations

9.1 Discussions générales et recommandations

Des réunions d'information ont eu lieu à Kinshasa avec le DFID dans son bureau local et, plus tard, à l'Office des Routes et plusieurs questions ont été discutées.

1. Réponse générale à la mission :
 - a. Bonne réponse de la part des autorités (le Ministre des Travaux Publics et le Gouverneur), tel qu'indiqué ci-dessus. Ils nous ont demandé quand le projet commence.
 - b. Bonne réponse de l'UNOPS, de la Cellule Infrastructure et de l'Office des Routes qui sont également prêts à démarrer.
 - c. Un bon soutien de la MONUSCO en ce qui concerne la sécurité et la logistique, spécialement pour le transport aérien.
 - d. Excellent soutien du bureau local du DFID
2. Visite au Sud-Kivu :
 - a. La route est bonne, mais présente des défis liés au terrain cahoteux et à la pauvreté des matériaux. La construction pourrait coûter plus cher à cause de la nécessité de stabiliser le matériau.
 - b. Les parties impliquées, notamment l'UNOPS, effectueront les travaux préparatoires nécessaires selon les directives de l'équipe du projet
3. Visite au Katanga :
 - a. La route est bonne et il y a moins de difficultés. De bons matériaux pour la construction des routes sont disponibles et il y a une plus grande possibilité d'effectuer plus d'essais sur différentes options de revêtements et conceptions de couches de base
 - b. Les autorités locales sont prêtes à effectuer les travaux préparatoires nécessaires.
4. Préoccupation concernant l'assurance qualité :
 - a. L'équipe se préoccupait du fait que très peu d'assurance qualité (AQ) était effectuée pour les travaux en cours et il y avait très peu de contrôle de la qualité des matériaux et des ouvrages
 - b. Il y a des installations de laboratoire à Bukavu pour le projet Burhale-Shabunda et à Lubumbashi pour le projet Kalemie - Uvira. L'Office des Routes s'est chargé de l'étude de cadrage, de la prospection des matériaux et des essais au cours des phases initiales, mais l'assurance qualité a été réduite lorsque le site est devenu plus distant. Ils sont toutefois capables de mobiliser des équipements et le personnel pour les projets.
 - c. De l'aide pourrait être demandée à l'AFACAP ou aux fonds locaux des programmes Pro-routes pour doter les laboratoires concernés afin de leur permettre d'assurer un bon contrôle qualité.
 - d. TRL sera en mesure de fournir une liste du matériel nécessaire, y compris certains coûts indicatifs au cas où le besoin de commander du matériel supplémentaire se

manifesterait. Cela fait suite à une visite au Laboratoire Central de l'Office des Routes.

5. Renforcement de capacité :
 - a. Le renforcement des capacités est nécessaire pour les laboratoires et les différentes parties qui seront impliquées dans le projet en ce qui concerne tous les aspects du projet (conception, construction et suivi)
 - b. Avec l'appui de l'AFCAP, le Laboratoire Central de l'Office des Routes pourrait devenir un centre de recherche pour le secteur routier en RDC.
6. Budgets :
 - a. Le DFID avait besoin de quelques coûts approximatifs des travaux afin de commencer à mettre sur pied des arrangements budgétaires et il y a plusieurs sources possibles :
 - i. Au travers de l'AFCAP phase 2
 - ii. Au travers de Pro-routes, ce qui nécessitera la liaison avec des partenaires du DFID (Banque mondiale).
 - iii. Grâce à un financement central du DFID et cela a nécessité la liaison avec le Bureau central du DFID au Royaume-Uni.
 - b. Le budget approximatif des travaux a été préparé (voir Tableau 9-1 ci-dessous).
7. Portée du projet et impact :
 - a. Il a été suggéré que le plus grand avantage serait réalisé si le projet arrivait à avoir un impact sur l'ensemble du secteur routier de la RDC et cela peut être possible à travers :
 - i. L'élaboration de spécifications et de méthodes de travail appropriées pour sceller les routes à faible trafic
 - ii. Le renforcement des capacités pour la mise en œuvre et le développement d'un programme de suivi et d'entretien.
 - b. Pour y parvenir, il pourrait s'avérer nécessaire d'inclure tous les quatre projets Pro-route, y compris ceux de Kisangani et des régions Nord-Ouest, peut-être sous les auspices d'un futur AFCAP.
8. Informations locales :
 - a. L'office des Routes possède des informations sur différentes zones de matériaux dans le pays, et ces informations seront mises à la disposition de l'équipe
 - b. L'Office des Routes fournira des résultats d'essais de matériaux sur les travaux en cours dans le cadre du programme Pro-route
 - c. L'Office des Routes va envoyer une équipe pour évaluer la situation de l'AQ au Sud Kivu et à Kalemie afin de doter les établissements locaux en termes de personnel et de matériel dans le but de fournir les ressources nécessaires.
 - d. Les budgets sont en cours de préparation pour 2013 et une recommandation formelle sera nécessaire pour que ceux-ci intègrent ces éléments.
 - e. La Cellule Infrastructures ou l'Office des Routes fournira à l'AFCAP le contrat général ou le manuel des spécifications et les normes applicables aux différentes catégories de routes.
9. Prochaine étape :
 - a. La Cellule Infrastructures écrira au Ministre des Travaux Publics (MITPR) pour recommander l'acceptation de la participation du gouvernement de la RDC dans l'AFCAP, selon la demande de l'AFCAP par une lettre initialement soumise après la première visite de l'AFCAP en RDC en Octobre 2011, et soumise de nouveau en Mars 2012.

- b. Les dessins doivent être commencés et exécutés avant la fin de la phase 1 de l'AFCAP. Les dessins peuvent être terminés d'ici la fin de l'année.
- c. La construction peut avoir lieu au cours de la prochaine saison sèche, qui commence en mai/juin 2013. Il est à espérer que ce sera sous les auspices de la phase 2 de l'AFCAP, si elle venait à démarrer.
- d. Une deuxième visite en RDC peut avoir lieu vers la fin de 2012. Le principal objectif sera de finaliser les plans de la chaussée pour les tronçons expérimentaux, mais sera soumis à la condition que l'équipe d'AFCAP reçoive d'avance les résultats des recherches de matériaux dont il est question ci-dessus.

9.2 Recommandations techniques

1. Matériaux

- a. Il est nécessaire de procéder à une vaste prospection des sources de gravier, mobiliser une équipe qui peut mener à bien cette activité bien avant le début de l'élaboration des plans
- b. Obligation d'effectuer des essais de matériaux pour déterminer la qualité des matériaux disponibles sur place, et évaluer les quantités disponibles. Les essais doivent inclure
 - i. Essais de plasticité
 - ii. Granulométrie
 - iii. Indice portant (CBR)
 - iv. Essais de résistance, résistance à l'écrasement sous charge progressive (ACV), essais d'abrasion de Los Angeles, affinité avec le bitume, essais d'absorption d'eau, essais de friabilité, etc. des granulats
- c. La détermination du niveau de stabilisation requis sera nécessaire sous forme de détermination en laboratoire de contenu de ciment ou de chaux nécessaire pour atteindre la résistance appropriée.

2. Évaluation de la route

- a. Détermination de la résistance sur place au moyen d'essais de pénétration dynamique au cône (DCP) sur certains tronçons ainsi que l'humidité sur place
- b. Détermination de la qualité des matériaux sur place par échantillonnage et essai (plasticité, granulométrie, et portance-CBR).
- c. Évaluations de drainage en termes d'affouillement et de la pente des drains, obtention de cartes topographiques pour la conception hydrologique et collecte de données pluviométriques le cas échéant, pour calculer l'intensité des précipitations, etc.
- d. Géométrie de la route grâce aux mesures de largeur de la route et des dimensions des drains latéraux

3. Plans

- a. Des plans appropriés sont nécessaires, c-à-d. des « plans adaptés aux matériaux disponibles localement » et non d'après la philosophie des « matériaux adaptés aux plans ».

- b. Les plans doivent être basés sur les matériaux disponibles et sur les données d'évaluation de la route. Des tests de vérification aléatoires dans des laboratoires d'appoint peuvent être nécessaires pour confirmer les résultats des tests.
 - c. Les plans doivent être achevés d'ici avril 2013, avant la fin de la phase 1 de l'AFCAP
 - d. La conception et la construction de deux grandes structures de passage d'eau identifiées pendant la visite peuvent être incorporées si le budget le permet.
4. Construction
- a. Un Ingénieur superviseur est nécessaire pour les tâches quotidiennes contractuelles et de supervision
 - b. La formation est nécessaire pour tous les participants sur les nouvelles techniques d'application de surfacage
 - c. Un système d'assurance de la qualité intégrant l'essai et l'approbation des travaux est nécessaire
 - d. Il est nécessaire de mettre en place des activités post travaux qui sont nécessaires après l'achèvement
5. Entretien et suivi
- a. Un programme d'entretien doit être élaboré pour les opérations de réparation et d'entretien de routine à venir des revêtements et du drainage si nécessaire. Cela est possible grâce à la formation et la démonstration pour permettre aux praticiens d'apprendre à évaluer les défaillances présentes et potentielles et à concevoir des solutions appropriées. La compréhension des modes de défaillance est cruciale à l'élaboration d'un bon programme d'entretien. Une documentation complétant celle existante peut être préparée pour guider les praticiens.
 - b. La performance des tronçons devra être surveillée et dûment documentée.

9.3 Résultats

1. Recherche et démonstrations de techniques de conception et des procédures de construction des routes à faible trafic. Il existe plusieurs méthodes de conception utilisables. Le choix de la méthode de conception dépendra des études ainsi que des données et informations que celles-ci produiront
 - a. Les catalogues de TRL pour les routes à faible trafic - simples et adaptables à l'environnement local. Cette méthode est empirique.
 - b. La méthode de conception DCP : utilise le principe de résistance sur place déterminée grâce aux essais DCP. Un manuel décrivant ce procédé est en stade avancé de préparation dans le cadre de l'AFCAP au Malawi.
 - c. Méthode TRL UK DCP : cette méthode de conception pourrait également s'avérer appropriée pour ces tronçons expérimentaux parce qu'élaborée et facile à utiliser.
 - d. La méthode AASHTO : plus complexe, mais complète dans la prise en charge des situations locales. Elle est basée sur le calcul des valeurs structurelles pour la résistance de la chaussée par rapport à la charge du trafic
2. Détermination des coûts des différents plans de routes expérimentales sur la base du coût du cycle de vie et l'élaboration d'analyses coûts/avantages.
3. Collecte de données de performance des tronçons qui conduiront à l'élaboration des spécifications appropriées pour les routes goudronnées à faible trafic de la RDC.

4. Le volet recherche de la RDC contribuera aux spécifications et normes régionales pour les routes à faible trafic en intégrant les climats très humides et les pluies torrentielles équatoriales à l'influence climatique sur les spécifications de conception.

9.4 Estimations des coûts du projet

Le Tableau 9-1 reprend les estimations de coûts pour les tronçons expérimentaux.

Tableau 9-1 Estimations de coûts pour les tronçons expérimentaux proposés

Projet	Coût/km	Coût en USD pour 5 km	Coût en USD pour 10 km
Route Burhale – Shabunda	240.000\$/km	1.200.000	2.400.000
Route Kalemie - Uvira	260.000\$/km	1.300.000	2.600.000
Totaux		2.500.000	5.000.000

Un budget de 5 millions de dollars peut être nécessaire pour les travaux de construction. Toutefois, ce budget peut changer en fonction des informations à collecter sur la qualité des matériaux dans les zones du projet et des coûts réels des différents autres intrants. Le coût réel des différentes options de pavage et de surfacage sera un des principaux résultats du projet de recherche.

Il peut s'avérer nécessaire de considérer tous les 4 projets Pro-Routes du programme de recherche de l'AFCAP pour donner une perspective nationale. Cela permettra d'améliorer les avantages du projet pour le secteur routier de la RDC à travers l'élaboration de spécifications pour les routes goudronnées à faible trafic (LVSR). Pour y parvenir, une plus large couverture de la RDC est nécessaire pour appréhender la variabilité et la diversité des sols et des conditions climatiques de cet immense pays.

L'approche conventionnelle à la construction de routes en RDC coûte environ 1 million de \$/km selon la Cellule Infrastructures.

10 Travaux préparatoires

10.1 Route Burhale - Shabunda

Province du Sud-Kivu

Longueur totale de route estimée = 45 km

Guide d'évaluation de la route

Tronçons de 0+000 à 5+000 et de 16+000 à 21+000

Tableau 10-1 donne des informations sur les travaux préliminaires nécessaires à la préparation des travaux de conception.

Tableau 10-1 Liste de travaux préparatoires pour la route Burhale - Shabunda

Essais	Description	Précautions et remarques
Essais de résistance sur place	<p>Essai de pénétration dynamique au cône (DCP) : Espacement : 3 essais DCP tous les 200 m, sur l'axe et l'extérieur de la trajectoire de roue, côtés gauche et droit. Prélèvement d'un échantillon sur l'axe à une profondeur de 300 mm pour mesurer la teneur en eau ou utilisation d'une jauge de densité nucléaire (Troxler) si elle est calibrée</p>	<p>La profondeur de pénétration doit être de 800 mm au minimum Cet essai permettra d'obtenir des informations sur la résistance constituée grâce à la consolidation sous l'action du trafic de l'endroit testé</p>
Essai des matériaux	<p>Caractéristiques de la plate-forme : Échantillonnage : échantillon tous les 400m sur les talus de remblai aux mêmes niveaux de chaînages que les essais DCP ou lorsque les matériaux de la plateforme changent de façon significative Enregistrement de données : donne une description visuelle des échantillons (couleur, texture, type de matériau, ex. gravier, limon, argile, etc.) Donne également l'emplacement de prélèvement de l'échantillon Essais :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Granulométrie : 2. Plasticité : Limites d'Atterberg et contraction linéaire 3. Essai de portance (CBR) à 95% mod. de densité sèche max. AASHTO ou BS Lourd après 4 jours de trempage 4. L'épaissement devrait être enregistré 	<p>S'assurer que l'échantillon est compatible avec les matériaux du site Pour un nombre limité d'essais, les tests de plasticité devraient être répétés afin de vérifier la cohérence Des échantillons doivent être conservés en cas de besoin d'essais supplémentaires ou de répétition des essais</p>
	<p>Caractéristiques du gravier : Prospection du gravier : Mettre en place une équipe pour la prospection du gravier. Le gravier préféré devrait être granulaire et de faible plasticité. Enregistrement de données : donne une description visuelle des échantillons (couleur, texture, type de matériau, ex. latérite, quartzite, basalte, etc.) Essais :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse granulométrique 2. Essais de plasticité ; limites d'Atterberg et contraction linéaire 3. Essai de portance (CBR) à 95% mod. AASHTO après 4 jours de trempage 	<p>Il est important d'avoir une bonne idée sur les quantités de gravier présentes dans l'emprunt potentiel avant de consacrer du temps et des ressources aux essais de laboratoire. Les fosses d'essai devraient être creusées afin de déterminer l'étendue et l'épaisseur de la couche de gravier. Il est important de recueillir des échantillons de grande taille car il est probable qu'il soit nécessaire de concevoir, dans le laboratoire, un procédé</p>

	<p>4. Enregistrer les valeurs d'épaissement</p>	<p>de stabilisation. Il est probable que le matériau ne puisse pas répondre aux exigences de résistance de la couche de fondation.</p>
	<p>Caractéristiques des matériaux de revêtement Carrières : Vérifier toutes les sources possibles d'agrégats, notamment la pierre cassée à la main le long de la route de l'aéroport Granulats types à rechercher :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimension 19 mm pour couche d'accrochage sur double revêtement 2. Pierre de 13mm pour couche d'étanchéité sur double revêtement 3. Pierre de 20 - 40 mm pour la première couche de macadam traité par pénétration 4. 5 - 13 mm pour la seconde couche de macadam traité par pénétration <p>Essais :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse granulométrique 2. Essais de friabilité sur les granulats de 19 mm, 13 mm et 20-40 mm 3. Moyenne plus petite dimension (ALD) de la pierre de 19 mm et 13 mm 4. Valeur concassage de granulat (ACV) ; <24 pour les granulats de revêtement de surface, <30 pour la pierre de macadam traité par pénétration, <30 pour le gravier naturel criblé de traitement de surface (Otta) 5. Facteur de 10% 6. Essais d'affinité de bitume 	<p>Des échantillons doivent être prélevés de plusieurs carrières pour comparaison. Des granulats cassés à la main sont généralement calibrés et il peut être difficile d'obtenir des agrégats de taille unique pour l'enduit superficiel. Cela ne devrait pas être un problème sur les routes à faible volume.</p>
	<p>Caractéristiques du bitume Il n'est pas nécessaire de tester le bitume à ce stade, cela devrait être fait peu avant la construction. Les informations importantes nécessaires à ce stade sont les types de bitumes disponibles en RDC ou ceux qui peuvent être facilement importés. Il est particulièrement important de connaître le type d'émulsion de bitume qui est</p>	<p>Il est important de connaître le coût en magasin de différents types de bitume.</p>

	adapté pour les revêtements basés sur la main-d'œuvre.	
Relevés	Profils transversaux Effectuer des relevés transversaux uniquement tous les 100 m sur des points de rupture c.-à-d. revers, radier de saignée (extérieur), radier de saignée (intérieur), accotement, axe, accotement, radier de drain (intérieur), radier de drain (extérieur).	Cela aidera à déterminer les zones qui pourraient nécessiter un élargissement.
	Relevés longitudinaux Uniquement pour les pentes abruptes pour déterminer leurs gradients. Un GPS portatif ordinaire peut être utilisé sur la route Burhale-Shabunda.	Certaines options de revêtement ne sont pas très adaptées aux pentes abruptes et la construction peut parfois s'avérer difficile.
Trafic	Comptage du trafic Comptage pendant une période entière d'au moins 7 jours. La sécurité de nuit est une préoccupation, pour cette raison le comptage 24 h/24 peut ne pas être possible, des opérations de 06h00 à 18h00 suffiront donc.	Il est important de catégoriser les types de trafic et également de compter le trafic non motorisé et piéton.

10.2 Route Kalemie - Uvira :

Province du Katanga

Longueur totale de route estimée = 84 km

Guide d'évaluation de la route

Tronçons de 20+000 à 25+000 et de 38+000 à 43+000

Tableau 10-2 donne des informations sur les travaux préliminaires nécessaires à la préparation des travaux de conception.

Tableau 10-2 Travaux préparatoires pour la route Kalemie - Uvira

Essais	Description	Précautions et remarques
Essais de résistance sur place	Essai de pénétration dynamique au cône (DCP) : Espacement : 3 essais DCP tous les 200 m, axe et extérieur de trajectoire de roue, côtés gauche et droit. Prélèvement d'un échantillon sur l'axe à une profondeur de 300 mm pour mesurer la teneur en eau ou utilisation d'une jauge de densité nucléaire (Troxler) si elle est calibrée.	La profondeur de pénétration doit être de 800 mm au minimum Cet essai permet d'obtenir des informations sur la résistance constituée grâce à la consolidation sous l'action du

		trafic de l'endroit testé.
Essai des matériaux	<p>Caractéristiques de la plate-forme :</p> <p>Échantillonnage : échantillon tous les 200m sur les talus de remblai.</p> <p>Enregistrement de données : donne une description visuelle des échantillons (couleur, texture, type de matériau, ex. gravier, limon, argile, etc.) Donne également l'emplacement de prélèvement de l'échantillon</p> <p>Essais :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Granulométrie : 2. Plasticité : Limites d'Atterberg et contraction linéaire 3. Essai de portance (CBR) à 95% mod. de densité sèche max. AASHTO ou BS Lourd après 4 jours de trempage 4. L'épaissement devrait être enregistré 	<p>S'assurer que l'échantillon est compatible avec les matériaux du site.</p> <p>Pour un nombre limité d'essais, les tests de plasticité devraient être répétés pour vérifier la cohérence.</p> <p>Des échantillons doivent être conservés en cas de besoin d'essais supplémentaires ou de répétition des essais.</p>
	<p>Caractéristiques du gravier :</p> <p>Prospection du gravier : Mettre en place une équipe pour la prospection du gravier. Le gravier préféré devrait être granulaire et de faible plasticité.</p> <p>Enregistrement de données : donne une description visuelle des échantillons (couleur, texture, type de matériau, ex. latérite, quartzite, basalte, etc.)</p> <p>Essais :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse granulométrique 2. Essais de plasticité ; limites d'Atterberg et contraction linéaire 3. Essai de portance (CBR) à 95% mod. AASHTO après 4 jours de trempage 4. Enregistrer les valeurs d'épaissement 	<p>Il est important d'avoir une bonne idée sur les quantités de gravier présent dans l'emprunt potentiel avant de consacrer du temps et des ressources aux essais de laboratoire. Les fosses d'essai devraient être creusées afin de déterminer l'étendue et l'épaisseur de la couche de gravier.</p> <p>Il est important de recueillir des échantillons de grandes tailles car il est probable qu'il soit nécessaire de concevoir, dans le laboratoire, un procédé de stabilisation. Il est probable que le matériau ne puisse pas répondre aux exigences de résistance de la couche de fondation.</p>
	<p>Caractéristiques des matériaux de revêtement</p> <p>Carrières : Vérifier toutes les sources possibles d'agrégats, notamment la pierre cassée à la main le long de la route de l'aéroport</p> <p>Granulats types à rechercher :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimension 19 mm pour couche d'accrochage sur double revêtement 2. Pierre de 13mm pour couche d'étanchéité sur 	<p>Des échantillons doivent être prélevés de plusieurs carrières pour comparaison</p> <p>Des granulats cassés à la main sont généralement calibrés et il peut être difficile d'obtenir des agrégats de taille unique</p>

	<p>double revêtement</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Pierre de 20 - 40 mm pour la première couche de macadam traité par pénétration 4. 5 - 13 mm pour la seconde couche de macadam traité par pénétration <p>Essais :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse granulométrique 2. Essais de friabilité sur les granulats de 19 mm, 13 mm et 20-40 mm 3. Moyenne plus petite dimension de la pierre de 19 mm et 13 mm 4. Valeur concassage de granulat (ACV) ; <24 pour les granulats de revêtement de surface, <30 pour la pierre de macadam traité par pénétration, <30 pour le gravier naturel criblé de traitement de surface Otta) 5. Facteur de 10% 6. Essais d'affinité de bitume 	<p>pour l'enduit superficiel. Cela ne devrait pas être un problème sur les routes à faible trafic.</p>
	<p>Caractéristiques du bitume</p> <p>Il n'est pas nécessaire de tester le bitume à ce stade, cela devrait être fait peu avant la construction. Les informations importantes nécessaires à ce stade sont les types de bitume disponibles en RDC ou ceux qui peuvent être facilement importés. Il est particulièrement important de connaître le type d'émulsion de bitume qui est adapté pour les revêtements basés sur la main-d'œuvre.</p>	<p>Il est important d'obtenir les coûts en magasin des différents types de bitume.</p>
Relevés	<p>Profils transversaux</p> <p>Il s'agit d'une route nationale et des relevés topographiques détaillés doivent être effectués, sauf s'il existe d'importantes contraintes budgétaires, auquel cas la conception au jugé sera associée aux relevés limités à la mise en place des virages serrés et des dévers.</p>	<p>Cela aide à déterminer les travaux de terrassement nécessaires pour atteindre les normes prévues par la Cellule Infrastructure.</p>
	<p>Relevés longitudinaux</p> <p>Des relevés topographiques détaillés doivent être effectués sauf s'il existe des contraintes budgétaires, auquel cas le levé devrait être limité aux pentes abruptes pour en déterminer les gradients.</p>	<p>Certaines options de revêtement ne sont pas très adaptées aux pentes abruptes et la construction peut parfois s'avérer difficile.</p>
Trafic	<p>Comptage du trafic</p> <p>Comptage pendant une période entière d'au moins 7 jours. La sécurité de nuit est une préoccupation, pour</p>	<p>Il est important de catégoriser les types de trafic et</p>

	cette raison le comptage 24 h/24 peut ne pas être possible, des opérations de 06h00 à 18h00 suffiront donc.	également de compter le trafic non motorisé et humain.
--	---	--

11 Conclusion

L'étude de cadrage a été réalisée avec succès et le soutien et les efforts inestimables des parties concernées sont très appréciés. Outre le cadrage réussi du projet, les équipes tant des parties externes que locales ont été établies et l'enthousiasme est grand. Le soutien politique apporté a donné une impulsion importante à la mission et à l'initiative.

Les avantages de cette initiative sont d'une grande portée, mais l'établissement et la planification initiale doivent être mis en place afin de traiter les questions qui font l'objet du texte principal. L'aspect le plus important est la rentabilité que l'initiative apportera ainsi que l'importance des améliorations aux moyens de subsistance des communautés dans les zones du projet grâce à un accès routier plus sûr et plus fiable.

Annexe A : Photos



Rencontre avec le Gouverneur et le Ministre des Travaux publics, l'Office des Routes, la Cellule Infrastructures, l'UNOPS, etc.



Route Burhale - Shabunda, tronçon 1 : Plate-forme limoneuse plastique



Route Burhale - Shabunda, tronçon 2



Route Kalemie-Uvira, tronçon 1 : Sol limoneux plastique et poussiéreux, glissant pendant la saison des pluies



Kalemie - Uvira, tronçon 2 : plastique et glissant pendant la saison des pluies

Annexe B : Sites des projets Pro-route du DFID

