

REPUBLIQUE DU BURUNDI



MULTINATIONAL BURUNDI/RWANDA : PROJET D'AMENAGEMENT DE ROUTES (MUGINA-MABANDA-NYANZA-LAC ET RUBAVU) ET DE FACILITATION DE TRANSPORT SUR LE CORRIDOR NORD-SUD, PHASE III, TRONCON ROUTE : MUGINA-MABANDA (20 KM) ET MABANDA-NYANZA-LAC (25 KM)

TRAVAUX DE VOIE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE BUJUMBURA

CONTRAT N° 03 /FAD/2017

RAPPORT DE RENTABILITE ECONOMIQUE

CONSULTANT :



Le Consultant Ingénierie

9, rue Sahbi Mosrati Cité Essalam

1082 Tunis Mahrajène, Tunisie.

Tel : +216 71 766 355

email : siege.social@lci.com.tn

DESTINATAIRES :



Agence Routière du Burundi

Quartier Kabondo, Avenue HEHA

B.P.6675. Bujumbura, Burundi.

Tel : +257 22 22 29 40

email : info@agenceroutiereduburundi.bi

FINANCEMENT :



Fond Africain de Développement (FAD)

DATE D'ÉMISSION DU RAPPORT : **MARS 2020**

SOMMAIRE

1	METHODOLOGIE	5
1.1	Méthode d'évaluation « coûts avantages »	5
1.2	Coûts d'investissement	5
1.3	Coûts d'exploitation des véhicules	6
1.4	Valeur du temps	6
1.5	Valeur résiduelle	7
1.6	Principes de base et fonctionnement du modèle	7
1.7	Modélisation du problème étudié sur HDM-4	9
2	CARACTERISTIQUES DU PARC AUTOMOBILE	11
2.1	Véhicules de référence retenus	11
2.2	Détermination des principaux paramètres du parc automobile retenu pour le modèle HDM-4	11
3	COÛTS D'OPPORTUNITE, DUREE DE VIE ET VALEURS RESIDUELLES DES INVESTISSEMENTS	12
3.1	Coûts d'opportunité et échéanciers des investissements	12
3.2	Durée de vie et valeur résiduelle du projet	13
4	NORMES ET COÛTS D'ENTRETIEN ROUTIER	14
4.1	L'entretien dans la situation « sans projet »	14
4.2	L'entretien dans la situation projetée	14
5	LES AVANTAGES ASSOCIES AU PROJET	15
5.1	Les avantages endogènes	15
5.2	Les avantages exogènes	16
6	RESULTATS DE L'EVALUATION ECONOMIQUE	17
7	CONCLUSIONS	17

TABLEAUX

Tableau 1 : Coûts économiques unitaires par catégorie de véhicule (FBU).....	12
Tableau 2 : Caractéristiques techniques et d'utilisation par catégorie de véhicule	12
Tableau 3 : Coût d'opportunité pour chaque variante	13
Tableau 4 : Coûts estimatifs et valeur résiduelle de projet (en FBU)	14
Tableau 5 : Consistances et coûts des opérations d'entretien courant	14
Tableau 6 : Opérations d'entretien périodique en situation projet	15
Tableau 7 : Résultats de l'évaluation économique du projet.....	17
Tableau 8 : Résultats des tests de sensibilité	17

1 METHODOLOGIE

1.1 METHODE D'EVALUATION « COUTS AVANTAGES »

Face à l'ampleur des moyens nécessaires à l'aménagement et l'entretien d'un réseau routier, nous sommes amenés à adopter une méthodologie fondée et systématique pour l'évaluation de la rentabilité économique pour la collectivité. Pour aider les décideurs à choisir parmi plusieurs alternatives d'aménagement, il y a lieu de quantifier les coûts et les bénéfices générés par chaque alternative et d'élaborer des critères efficaces de comparaison.

La méthode des coûts - avantages se base sur la comparaison des coûts et des avantages de chaque alternative par rapport à une situation dite de référence.

Dans la situation de référence ou situation actuelle du projet, nous supposons que l'exploitation de l'infrastructure routière reste similaire à celle qui existe actuellement, c'est à dire que les coûts d'exploitation des véhicules et les durées de voyage des usagers restent inchangés.

Dans le cas d'un nouvel aménagement, les coûts sont composés de l'investissement et de l'entretien. Les avantages endogènes sont composés de la réduction des coûts d'exploitation des véhicules, la réduction du temps de trajet et un accès permanent aux agglomérations, villages et hameaux traversés par l'axe routier qui résulteraient de l'utilisation du nouvel aménagement. Les avantages exogènes sont relatifs à l'amélioration de la sécurité routière.

Cette méthode suppose la prise en compte d'un système de prix de référence pour corriger les distorsions économiques et ne faire apparaître que les coûts réels supportés par la collectivité nationale.

Ce nouveau système de prix ayant été déterminé, il faudrait modifier les coûts financiers ainsi que les avantages du projet en leur attribuant leur valeur économique réelle ou "Prix de référence". Ces modifications consistent notamment à soustraire les taxes qui ne correspondent pas à l'usage ou à la consommation des facteurs de production.

A partir de ces coûts et avantages réels, il devient possible d'effectuer une analyse de rentabilité économique de l'aménagement et ce dans le but de dégager les indicateurs de rentabilité, essentiellement le taux de rentabilité interne et la valeur actuelle nette.

1.2 COUTS D'INVESTISSEMENT

Afin de pouvoir utiliser les coûts d'opportunité dans l'évaluation économique, il est nécessaire de ventiler les coûts, tant d'investissement que d'exploitation, selon différentes catégories.

Nous distinguons d'abord les coûts payables en devises des coûts payables en monnaie locale. Nous répartissons, ensuite, ces derniers entre coûts correspondant à la

rémunération de la main d'œuvre non qualifiée, ceux correspondant à la rémunération de la main d'œuvre qualifiée et autres coûts.

Pour chacune de ces catégories, le coût d'opportunité se définit comme suit à partir du coût du marché hors taxes.

1.3 COÛTS D'EXPLOITATION DES VEHICULES

L'étude économique du projet de contournement de Bujumbura doit être faite du point de vue de la collectivité nationale. Il convient donc d'éliminer des coûts d'exploitation des véhicules, les subventions, taxes, droits et impôts qui ne sont que des transferts entre les différents agents économiques nationaux.

Dans toute la suite, les coûts présentés sont des coûts économiques, calculés hors subventions, taxes et droits.

Ces coûts sont de deux types :

1. Coûts variables proportionnels au kilométrage, directement liés à la vitesse et aux conditions de circulation (route en mauvais, moyen ou bon état) :
 - consommation de carburant,
 - consommation de lubrifiant,
 - usure des pneumatiques,
 - entretien et réparation,
2. Coûts fixes liés à la possession du véhicule :
 - amortissement et intérêt sur le capital investi,
 - charges salariales (cas des véhicules commerciaux),
 - frais généraux.

Il est tenu compte des dépenses d'exploitation de toutes les catégories de véhicules dans la situation de référence et dans la situation de projet. Le différentiel annuel entre les dépenses d'exploitation de chaque situation constitue le surplus économique que procurera la réalisation de ce projet.

Tous les coûts sont évalués aux prix récents, en hors taxes.

1.4 VALEUR DU TEMPS

Le gain de temps qu'un projet routier permet de réaliser est considéré comme un des avantages directs que les usagers et la collectivité retirent. Mais cet avantage doit être d'autant plus atténué dans les pays en voie de développement que ces pays connaissent un chômage réel et déguisé pouvant être important et que les gains sur les temps de parcours ont une faible chance de se traduire en accroissement de la productivité ou augmentation de la production nationale.

RAPPORT DE RENTABILITE ECONOMIQUE

Une étude de la Banque Mondiale sur les valeurs à attribuer pour les différents motifs de déplacement a retenu les fourchettes suivantes (les taux dépendent de la situation économique du pays considéré) :

1. travail - travail : de 50 % à 100 % du revenu horaire moyen
2. travail - domicile ou vice-versa : de 25 % à 50 % du revenu horaire moyen
3. loisir : de 0 % à 25 % du revenu horaire moyen
4. personnel : de 0 % à 25 % du revenu horaire moyen

Dans le cas du présent projet, il sera retenu les taux suivants :

- Motif professionnel : 50 % du revenu horaire moyen
- Motif personnel : 0 % du revenu horaire moyen

1.5 VALEUR RESIDUELLE

La valeur résiduelle R est estimée au moyen de la formule suivante :

$$R = R_0 - R_0 \cdot (1 - a) \cdot \frac{m}{n}$$

Où :

R_0 : Valeur initiale de l'investissement,

m : Période d'utilisation,

n : La durée de vie en années des composantes de la route (terrassements, ouvrages, etc.)

a : Le pourcentage de la valeur initiale R_0 qui subsiste à la fin de la durée de vie théorique.

Dans les calculs, on adoptera les valeurs suivantes des paramètres :

- n = 40 ans pour le terrassement,
= 20 ans pour la chaussée,
= 20 ans pour le drainage et ouvrages divers,
= 100 ans pour les ouvrages d'art,
= 5 ans pour la signalisation et équipements de sécurité.
- a= 60 % pour les terrassements,
= 0 % pour une chaussée en terre moderne et 10 % pour une chaussée revêtue,
= 50 % pour le drainage et ouvrages divers,
= 90 % pour les ouvrages d'art,
= 5 % pour la signalisation et équipements de sécurité

1.6 PRINCIPES DE BASE ET FONCTIONNEMENT DU MODELE

HDM-4 (Highways Development and Management, "modèle pour le développement et la gestion des routes") est un modèle développé par la Banque Mondiale. Il permet de simuler

à travers son module de dégradation de chaussée, l'évolution de l'état d'une route sur une période allant jusqu'au-delà de 20 ans, en prenant en compte un certain nombre de paramètres dont les principaux sont les suivants :

- la structure de la chaussée (caractéristiques géotechniques généralement liées à l'épaisseur et à la nature des matériaux composant les principales couches de la chaussée) ;
- l'impact du trafic (charge à l'essieu cumulée) ;
- l'impact des opérations d'entretien sur l'état de la chaussée ;
- l'impact de l'environnement de la chaussée (température, climat, pluviométrie) ;

Le modèle HDM intègre également un module VOC (Vehicule Operating Cost ou coût d'exploitation des véhicules) qui permet de calculer les coûts d'exploitation des véhicules sur une liaison routière donnée. Le calcul de ces coûts d'exploitation est basé sur les principaux éléments suivants :

- le niveau de dégradation de la chaussée (caractérisé par le niveau d'uni) calculé à l'aide du module de dégradation des chaussées ;
- les caractéristiques géométriques de la liaison routière (relief, sinuosité, etc.) ;
- les caractéristiques techniques du parc de véhicules (poids roulant, nombre d'essieux, nombre de roues, kilométrage annuel parcouru, la durée de vie, caractéristiques du moteur, etc.) ;
- les coûts unitaires d'acquisition du véhicule, d'un pneu, du carburant, etc. ;
- les coûts unitaires du temps des usagers, etc.

En ce qui concerne l'évaluation économique de projets routiers, le principe de base du modèle HDM-4 est de comparer les coûts et les avantages pour chaque situation (avant et après projet). Pour cela le modèle HDM-4 fait une simulation de l'évolution annuelle de l'état de la chaussée dans chacune des situations (avant et après projet) sur la période de l'étude (prise entre 15 et 20 ans) à l'aide de son module de dégradation des chaussées.

Ces simulations permettront au modèle d'évaluer annuellement les principaux coûts et avantages sur la période de l'étude, pour chacune des situations (avant et après projet). Les coûts et avantages du projet sont estimés annuellement par différence entre les coûts et avantages en situation sans projet et ceux en situation avec projet. Les principaux coûts et avantages ainsi déterminés concernent :

- Les coûts d'exploitation des véhicules (qui sont calculés au niveau du module VOC). Les bénéfices sur les coûts d'exploitation des véhicules constituent l'élément le plus significatif de l'utilisation de HDM-4. Ils sont dérivés principalement de la baisse attendue des taux de consommation des ressources de base des véhicules par l'amélioration en terme de géométrie routière et de qualité de roulement de l'infrastructure routière ;

- Les coûts d'entretien et d'aménagement de la route (qui sont évalués sur la base des quantités de travaux nécessaires pour chaque norme d'entretien ou d'aménagement ainsi que de leurs coûts unitaires) ;
- Les coûts sociaux d'usage de la route et certains coûts ou avantages exogènes liés à la réalisation du projet (c'est le cas des avantages liés à l'amélioration des productions agricoles suite à l'aménagement d'une liaison routière). Ces différents coûts ou avantages ne sont pas évalués par le Modèle, mais leurs montants peuvent y être introduits.

Les flux annuels des différents coûts et avantages ainsi évalués par le modèle permettront de déterminer les principaux indicateurs économiques tels que le taux de rentabilité interne, le bénéfice actualisé, etc.

1.7 MODELISATION DU PROBLEME ETUDIE SUR HDM-4

Le principe d'analyse économique retenu pour la présente étude consiste à comparer la situation projetée à la situation de référence constituée par la situation actuelle de la route. L'analyse économique du projet sera sanctionnée par la détermination pour chaque variante de projet :

- du taux de rentabilité interne ;
- du bénéfice actualisé au taux de 12%.

Pour l'option optimale qui se dégagera, on procédera à des tests de sensibilité en vue d'évaluer la sensibilité du projet à la variation de certains de paramètres. Il s'agira notamment de la sensibilité du projet à :

- une hausse de 20% du coût d'investissement ;
- à une baisse de 20% des avantages endogènes (économie sur les coûts d'exploitation des véhicules) ;
- et à une combinaison des deux hypothèses ci-dessus.

1.7.1 SITUATION DE REFERENCE :

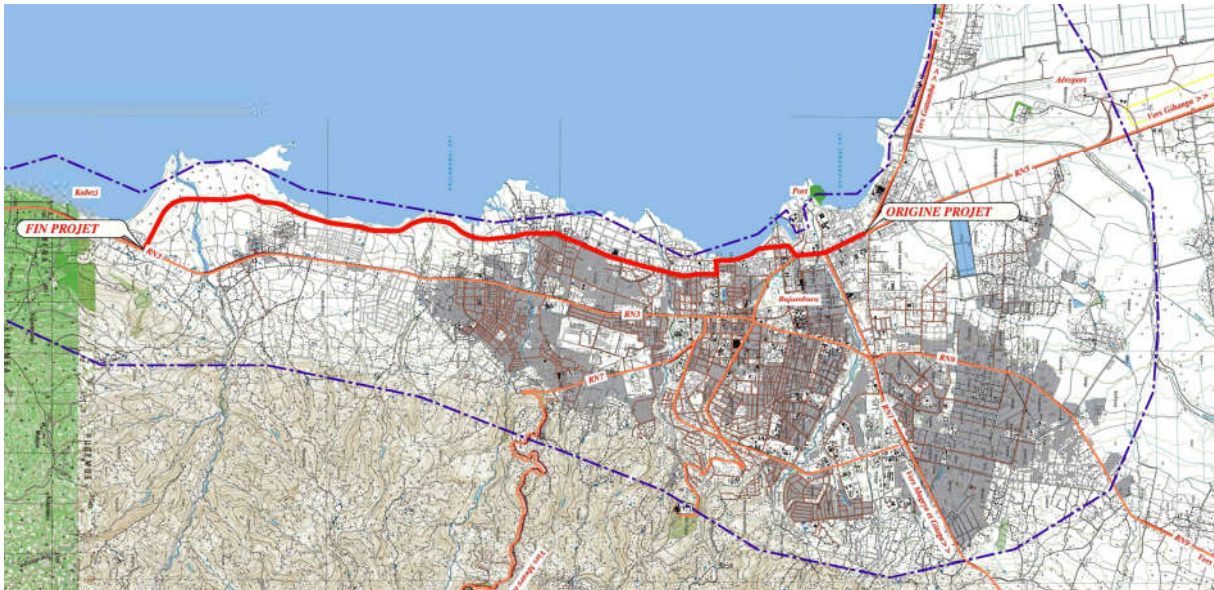
Elle correspond à la situation sans aménagement de la section centrale actuelle (RN5 et RN3) à laquelle on applique des normes d'entretien minimales pour les réparations de certaines dégradations de chaussée. Elle est identifiée par le code « Situation de référence ».

1.7.2 CARACTERISTIQUE DE LA SOLUTION RETENUE

Le tracé retenu correspond au tracé côtier, Il a une longueur totale de 15,8km. Ce tracé est fortement urbanisé dans les 4 premiers kilomètres. Il prend origine au niveau du carrefour RN4-RN5. Il longe ensuite le Bd. 1^{er} Novembre (RN4) sur 1,5km.

Le tracé passe au niveau du port ensuite tourne à droite pour rejoindre l'avenue de la Plage sur 2km jusqu'au Cercle Nautique. Il rejoint ensuite la rue de 13 octobre sur 260m puis rejoint l'avenue du large.

Sur son premier kilomètre cette route est une route à 2x2 voies, les deux kilomètres suivant sont revêtue avec une chaussée bidirectionnelle. Ensuite sur une longueur de 1,4km, le tracé longe une piste existante avec une densité urbaine de part et d'autre assez importante et une emprise relativement réduite pouvant atteindre la dizaine de mètre par endroit. Au-delà par endroit une emprise a été réservée pour cette route dans le cadre d'une série de lotissements de Nyabugete dont le Stade Olympique. Cette réserve d'emprise s'arrête au niveau de la rivière Mugere.



Les travaux relatives à ce projet seront scindés en deux lots distincts:

- Lot N°1 : Du PK 0 au PK 4+500
- Lot N°2 : Du PK4+500 au PK 15+840

Le choix de cette allotissement est dicté principalement par :

- La situation actuelle : le lot n°1 correspond à la section du contournement existante actuellement en 2x2 voies mais nécessite des travaux de mise hors d'eau, de renforcement et de quelques réaménagement, le lot n°2 correspond au tronçon du contournement soit en 2x1 voies, soit en état de piste soit à créer.
- La comodités de délai et gestion du marché,
- L'établissement du contournement de la ville de Bujumbura pourrait se faire par étape en réalisant les travaux du lot 2 en 1^{er} temps et les travaux du lot 1 en second temps.

Le cout prévisionnel de ces travaux sont de :

- Lot 1 : 33 291 600 500 FBU HTVA
- Lot 2 : 90 484 638 500 FBU HTVA

Soit un total de 123 776 239 000 FBU HTVA

Ce cout inclut l'ensemble des travaux y compris ceux relatifs au déplacement des réseaux, mais pas ceux relatifs à l'expropriation et indemnisation des riverains.

2 CARACTERISTIQUES DU PARC AUTOMOBILE

2.1 VEHICULES DE REFERENCE RETENUS

Le parc automobile en circulation au Burundi est représenté dans le cadre de cette étude par sept (7) principaux types de véhicules définis comme suit :

- 1. Véhicules particuliers ;
- 2. Pick up
- 3. Minibus ;
- 4. Autocars
- 5. Camions légers ;
- 6. Camions lourds ;
- 7. Ensembles articulés.

Ce choix typologique a été confirmé par les résultats des comptages et les données statistiques existantes.

2.2 DETERMINATION DES PRINCIPAUX PARAMETRES DU PARC AUTOMOBILE RETENU POUR LE MODELE HDM-4

Les informations sur les coûts unitaires des véhicules et les données de leur utilisation sont ceux du Burundi. Ils ont été définis sur la base des données statistiques et des enquêtes de recueils de données sur le terrain (enquêtes origine-destination) et auprès des structures et des partenaires intervenant dans le domaine du transport routier au Burundi (Ministères en charge des routes et du transport ; les principaux parcs de vente de véhicules d'occasion, etc.). Ces informations portent pour chaque catégorie de véhicule, notamment sur les coûts économiques et des données d'exploitation suivants :

- Coûts unitaires et d'utilisation des véhicules ;
- Kilométrage annuel parcouru et durée de vie ;
- Nombre d'heures de conduite et taux d'utilisation horaire ;
- Nombre de passagers ;
- etc.

Les principales caractéristiques techniques et les coûts de ces types de véhicules sont fournis dans les tableaux ci-dessous :

	Prix HT d'un véhicule (FBU)	Prix HT d'un pneu neuf (FBU)	Prix HT du carburant FBU/litre	Prix HT du lubrifiant (FBU/litre)	Salaire HT main d'œuvre d'entretien (FBU/heure)	Salaire HT équipage (FBU/heure)	Frais généraux (FBU)	Taux d'intérêt (%)
Voiture légère	33 500 000	150 000	1 646	7 627	1 250	-	1 675 000	20%
4 x 4	46 000 000	280 000	1 634	7 627	1 250	-	3 450 000	20%
Minibus	50 000 000	290 000	1 634	7 627	1 250	1 600	3 750 000	20%
Autocar (Bus)	90 000 000	810 000	1 634	7 627	1 250	1 900	9 000 000	20%
Camion 2 essieux	54 500 000	700 000	1 634	7 627	1 250	2 200	5 450 000	20%
Camion > 2 essieux	78 000 000	800 000	1 634	7 627	1 250	2 200	7 800 000	20%
Ensemble articulé	126 000 000	860 000	1 634	7 627	1 250	2 500	12 600 000	20%

Tableau 1 : Coûts économiques unitaires par catégorie de véhicule (FBU)

	Nombre de pneus	Nombre d'essieux	Kilométrage annuel (km)	Nombre annuel d'heures d'opération (heures)	Durée de vie (année)	Nombre moyen de passagers (unité)	Voyages professionnels (%)	Poids total roulant (tonne)
Voiture légère	4	2	20 000	500	10	5	50%	1,20
4 x 4	4	2	40 000	550	10	4	50%	2,0
Minibus	4	2	70 000	1 500	6	15	50%	2,2
Autocar	6	2	70 000	1 500	10	29	50%	9,0
Camion 2 essieux	6	2	70 000	1 100	10	3	50%	10,2
Camion > 2 essieux	10	3	60 000	1 200	10	2	50%	17,3
Ensemble articulé	18	5	60 000	1 200	10	2	50%	47,0

Tableau 2 : Caractéristiques techniques et d'utilisation par catégorie de véhicule

3 COÛTS D'OPPORTUNITE, DUREE DE VIE ET VALEURS RESIDUELLES DES INVESTISSEMENTS

3.1 COÛTS D'OPPORTUNITE ET ECHEANCIERS DES INVESTISSEMENTS

Les coûts d'investissements pris en compte dans le cadre de la présente évaluation économique intègrent les coûts des travaux pour chaque variante envisagée. Ces coûts sont exprimés en Hors Toutes Taxes (HTT), et correspondent à la déduction du total général des coûts hors TVA, de la part résiduelle des taxes notamment les droits de douanes et les

taxes sur carburant, estimée à environ 15 % ; ce qui revient à multiplier le montant hors TVA par un coefficient de 0,85.

Le tableau suivant récapitule les coûts correspondant pour chacune des variantes.

La durée prévisionnelle de réalisation des travaux ainsi que l'échéancier des paiements sont estimés à deux (2) années (2023 et 2024).

Coût HT (FBU)	Coût HT/km (FBU)	Coût d'opportunité HT/km (FBU)
123 776 239 000	7 833 940 000	6 658 848 300

Tableau 3 : Coût d'opportunité pour chaque variante

3.2 DUREE DE VIE ET VALEUR RESIDUELLE DU PROJET

Compte tenu de la nature de l'ensemble des aménagements envisagés dans le cadre de la présente étude, la durée de vie du projet sera prise égale à 20 ans.

Les valeurs résiduelles sont estimées en fin de durée de vie de l'infrastructure par l'affectation à chaque poste de pourcentages forfaitaires calculés en fonction de l'expérience des coûts d'aménagement de routes ayant atteint la fin de leur durée de vie. Ces pourcentages sont les suivants :

- Installation de chantier : valeur résiduelle nulle ;
- Terrassement : la valeur résiduelle est égale à 100 % de la valeur de l'investissement initial
- Chaussée : la valeur résiduelle est égale à 100 % de la valeur de l'investissement initial concernant la couche de fondation.
- Drainage : la valeur résiduelle est égale à 10 % de la valeur de l'investissement initial.
- Ouvrages : la valeur résiduelle des ouvrages est prise égale à 85 % de la valeur de l'investissement initial.
- Signalisation & éclairage public : la valeur résiduelle est nulle.

Les valeurs résiduelles dans le cadre de la présente étude ont ainsi été estimées en pourcentage des coûts d'investissement du projet, sur la base des proportions présentées ci-dessus. Les résultats de cette estimation sont récapitulés dans le tableau suivant, pour chacune des trois variantes.

Coût estimatif	123 776 239 000
Valeur résiduelle pour chaque rubrique	
Installation de chantier	0
Terrassements généraux	12 071 000 000
Chaussée et accotement	3 380 000 000
Drainage	1 536 070 000
Ouvrages	5 599 961 500
Signalisation et équipement	0
Eclairage public	0
Total	22 587 031 500
Pourcentage global	18,25%

Tableau 4 : Coûts estimatifs et valeur résiduelle de projet (en FBU)

4 NORMES ET COUTS D'ENTRETIEN ROUTIER

4.1 L'ENTRETIEN DANS LA SITUATION « SANS PROJET »

Les opérations d'entretien envisagées dans la situation « sans projet » correspondent à l'option ENT.0 telle que définie plus haut et consiste essentiellement en des travaux d'entretien courant et périodique. Ces opérations ainsi que leur coût se présentent comme suit :

N°	Désignation	Consistance des travaux	Fréquence	Coût
1	Point à temps	Rebouchage de 80 % de la surface dégradée et au maximum 250 m ² /km/an	annuelle	69 600 FBU/m ²
2	Renforcement de chaussée	Application d'une couche de béton bitumineux de 5 cm	Tous les 8 ans ou IRI > 6	23 000 FBU/m ²
3	Entretien des dépendances	Comprend drainage, végétation, accotements et activités diverses	annuelle	1 068 000 FBU/km

Tableau 5 : Consistances et coûts des opérations d'entretien courant

4.2 L'ENTRETIEN DANS LA SITUATION PROJETEE

Les options d'entretien dans la situation projetée ENT.1 et les divers coûts unitaires des différentes opérations à réaliser sont présentées dans le tableau ci-après.

N°	Désignation	Consistance des travaux	Fréquence	Coût
1	Point à temps	Rebouchage de 80 % de la surface dégradée et au maximum 250 m ² /km/an	annuelle	69 633 FBU/m ²
2	Entretien des dépendances	Comprend drainage, végétation, accotements et activités diverses	annuelle	1 068 000 FBU/km
3	Imperméabilisation	Enduit superficiel, bicouche quand la surface dégradée dépasse 30% et au maximum 250 m ² /km/an.	Déclenché par l'état	18 797 FBU/m ²
4	Ressurfaçage	BB épaisseur = 50 mm quand l'uni dépasse 6	Déclenché par l'état Uni > 6	32 040 FBU/m ²

Tableau 6 : Opérations d'entretien périodique en situation projet

5 LES AVANTAGES ASSOCIES AU PROJET

L'aménagement des différentes liaisons du projet vise comme objectif principal à contribuer à l'amélioration des conditions de circulation des usagers de ces liaisons. Ces aménagements auront donc pour conséquence d'améliorer l'accessibilité aux différentes zones desservies par l'itinéraire du projet. Les avantages qui vont résulter de ces aménagements peuvent se présenter en trois principales catégories.

5.1 LES AVANTAGES ENDOGENES

Les avantages endogènes ou avantages directs sont ceux que ressentent directement les usagers de la route. L'évaluation de ces effets porte notamment sur l'économie que réalisent les usagers sur les coûts d'exploitation ainsi que les gains de temps et des accidents éventuels du fait de l'amélioration des conditions de circulation.

5.1.1 AVANTAGES SUR LES COÛTS D'EXPLOITATION DES VEHICULES

Dans le cadre de la présente étude, l'évaluation des avantages sur les coûts d'exploitation des véhicules "avant" et "après" réalisation des aménagements portera principalement sur les 3 types de trafics suivants :

- **Trafic potentiel Normal** : concerne les usagers habituels ou nouveaux, qui en tout état de cause, auraient utilisé l'axe du projet même s'il n'avait pas été aménagé ;
- **Trafic détourné** : porte sur les usagers qui vont utiliser l'itinéraire du projet dès la mise en service au lieu d'emprunter les itinéraires concurrents dans la situation avant-projet ;
- **Trafic induit** : concerne le trafic supplémentaire qui va se développer du fait de l'amélioration des conditions de circulation sur la variante centrale du projet. Il s'agit donc d'un trafic supplémentaire qui ne se serait pas développé dans la situation sans projet (Coût d'exploitation des véhicules et insécurité élevés, etc.).

5.1.2 AVANTAGES POUR LES TRAFICS NORMAL ET DETOURNE

L'avantage lié au trafic potentiel normal et détourné est égal à la différence des coûts d'exploitation entre la situation actuelle (situation "avant-projet") et la situation créée par le projet (situation "après projet").

5.1.3 AVANTAGES POUR LE TRAFIC INDUIT

L'avantage global généré par le trafic induit (A_i) est obtenu par la relation suivante :

$$A_i = 1/2 T_i \cdot (C_0 - C) \cdot L$$

Avec :

T_i : trafic induit à l'année de mise en service du projet

C_0 : Coût généralisés en situation « SANS » projet

- C : Coût généralisés en situation « AVEC » projet
 - a. Gains de temps

Les gains de temps seront évalués par le modèle HDM-4 sur la base des coûts unitaires du temps des usagers et de la réduction du temps de parcours de la liaison qu'entraînera son aménagement.

5.2 LES AVANTAGES EXOGENES

5.2.1 AVANTAGES SUR LES ACCIDENTS

Les avantages sur les accidents de la circulation peuvent se caractériser dans le cadre de la présente étude, par la réduction des fréquences et/ou gravités des accidents de la circulation en passant des caractéristiques de chaussées dans la situation « sans projet » aux nouvelles caractéristiques de chaussées après la réalisation du projet. En 2016, les statistiques enregistrent 4313 accidents de la circulation au Burundi dont près de la moitié (2176 accidents) dans la Mairie de Bujumbura. Le nombre de décès enregistrés sont de 236 au Burundi et 119 dans la Mairie de Bujumbura. Les principales causes d'accidents sont imputables au mauvais état de la chaussée (43,3%) et à l'excès de vitesse (44,2%). L'Organisation Mondiale de la Santé estime les coûts générés par les accidents de la route à environ 1,5% du PIB. L'amélioration des conditions de circulation engendrerait une réduction de 4 tués annuellement dans la Mairie de Bujumbura, ce qui correspond à un gain annuel de 1,28 milliard BIF au prix de 2017. Ce gain est introduit en tant qu'avantage exogène dans le bilan économique de la présente étude.

5.2.2 AVANTAGES SUR LES COÛTS D'ENTRETIEN

Les avantages sur le poste coût d'entretien sont obtenus en prenant les coûts d'entretien courant et périodique dans la situation sans projet diminués des coûts d'entretien courant et périodique dans la situation avec projet.

6 RESULTATS DE L'EVALUATION ECONOMIQUE

L'analyse économique a été effectuée à l'aide du modèle HDM4, sur la base des données de trafic et des coûts définis ci avant. Les résultats de l'analyse économique produits par le modèle HDM4 sont présentés en annexe 2.

Le tableau suivant récapitule les principaux résultats de l'évaluation des différentes variantes du projet.

Hypothèse de croissance de trafic	Taux de Rentabilité interne (%)	Valeur Actuelle Nette (en millions de FBU).
prudente	13,6	30 652,10
modérée	14,2	43 664,38
élevée	14,6	52 420,25

Tableau 7 : Résultats de l'évaluation économique du projet

Le projet présente des taux de rentabilité acceptables, et du même ordre de grandeur, et ce, pour les trois scénarios de croissance de trafic compte tenu de l'importance du trafic dévié et des avantages procurés aux usagers en termes de réduction des coûts d'exploitation des véhicules, de gain de temps et d'amélioration de la sécurité routière.

Le tableau suivant présente, pour l'hypothèse modérée de croissance du trafic, les tests de sensibilité.

Test de sensibilité	Taux de Rentabilité Interne (%)	VAN (en millions de FBU)
Sensibilité 1 : coûts d'investissements +20%	11,8	-5 543,53
Sensibilité 2 : Avantages CEV -20%	11,4	-11 533,80
Sensibilité 3 : coûts d'investissements +20% et avantages réduction CEV -20%	9,3	-60 741,70

Tableau 8 : Résultats des tests de sensibilité

Les résultats des tests de sensibilité qui figurent dans le tableau ci-dessus montrent que :

- le TRI est légèrement inférieur au seuil de rentabilité, ce qui souligne l'importance de maîtriser les coûts du projet pendant la mise en œuvre ;
- le projet présente également une sensibilité modérée aux variations des hypothèses envisagées (entre 2,4 et 4,9 points du TRI)

7 CONCLUSIONS

L'analyse économique du projet de contournement de la ville de Bujumbura, pour le tracé retenu a permis de faire ressortir un taux de rentabilité interne (TRI) supérieur au seuil de

12% requis pour la justification des projets d'infrastructure routières, et ce pour les trois hypothèses de croissance de trafic.

Du point de vue de la rentabilité, le projet est collectivement souhaitable et permettra à la fois de décongestionner le centre-ville de Bujumbura, d'offrir une voie structurante le long du lac permettant d'améliorer l'accessibilité aux quartiers concernés, d'offrir une voie de corniche au bord du lac, de valoriser le potentiel touristique et de booster les investissements dans la zone d'influence.

Par ailleurs, ce projet permettra la création d'emplois de façon directe et indirecte et de contribuer à la lutte contre la pauvret

ANNEXE :

Analyse économique : synthèse

Nom de l'étude : Contournement Bujumbura- Scénario prudent

Date du passage : 21-03-2020

Unité monétaire : Francs Burundais (millions)

Taux d'actualisation : 12%

Mode d'analyse : Analyse par projet

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
Scénario : Base Sensitivity Scenario

	Surcouts administration		Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction. Spécial						
Non actualisés	166 005,00	-1,74	0,00	40,153.83	0,00	0,00	856.03	689,474.63
Actualisés	246 039,18	-0,97	0,00	12 955,57	0,00	0,00	252,99	30 652,10

Taux de rentabilité interne (TRI) = 13,6 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
Scénario : Coûts +20%

	Surcouts administration		Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction. Spécial						
Non actualisés	199 206,01	-1,74	0,00	40,153.83	0,00	0,00	856.03	656,273.57
Actualisés	295 247,09	-0,97	0,00	12 955,57	0,00	0,00	252,99	-18 555,80

Taux de rentabilité interne (TRI) = 11,2 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
 Scénario : Avantages - 20%

	Surcouts administration			Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction.	Spécial						
Non actualisés	166 005,00	-1,74	0,00	651,574.38	40,153.83	0,00	0,00	856.03	526,581.10
Actualisés	246 039,18	-0,97	0,00	210 785,39	12 955,57	0,00	0,00	252,99	-22 044,23

Taux de rentabilité interne (TRI) = 10,9 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
 Scénario : Coûts +20% et Avantages -20%

	Surcouts administration			Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction.	Spécial						
Non actualisés	199 206,01	-1,74	0,00	651,574.38	40,153.83	0,00	0,00	856.03	493,380.08
Actualisés	295 247,09	-0,97	0,00	210 785,39	12 955,57	0,00	0,00	252,99	-71 252,13

Taux de rentabilité interne (TRI) = 8,8 % (Nbre de solutions = 1)

Analyse économique : synthèse

Nom de l'étude : Contournement Bujumbura - Scénario modéré

Date du passage : 21-03-2020

Unité monétaire : Francs Burundais (millions)

Taux d'actualisation : 12%

Mode d'analyse : Analyse par projet

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
Scénario : Base Sensitivity Scenario

	Surcouts administration		Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction. Spécial						
Non actualisés	166 005,00	-1,75	0,00	42,024,75	0,00	0,00	856,03	738,824,88
Actualisés	246 039,18	-0,97	0,00	13 458,64	0,00	0,00	252,99	43 664,38

Taux de rentabilité interne (TRI) = 14,2 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
Scénario : Coûts +20%

	Surcouts administration		Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction. Spécial						
Non actualisés	199 206,01	-1,75	0,00	42,024,75	0,00	0,00	856,03	705,623,88
Actualisés	295 247,09	-0,97	0,00	13 458,64	0,00	0,00	252,99	-5 543,53

Taux de rentabilité interne (TRI) = 11,8 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
 Scénario : Avantages - 20%

	Surcouts administration			Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction.	Spécial						
Non actualisés	166 005,00	-1,75	0,00	689,557.86	42,024.75	0,00	0,00	856.03	566,435.45
Actualisés	246 039,18	-0,97	0,00	220 792,78	13 458,64	0,00	0,00	252,99	-11 533,80

Taux de rentabilité interne (TRI) = 11,4 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
 Scénario : Coûts +20% et Avantages -20%

	Surcouts administration			Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction.	Spécial						
Non actualisés	199 206,01	-1,75	0,00	689,557.86	42,024.75	0,00	0,00	856.03	533,234.42
Actualisés	295 247,09	-0,97	0,00	220 792,78	13 458,64	0,00	0,00	252,99	-60 741,70

Taux de rentabilité interne (TRI) = 9,3 % (Nbre de solutions = 1)

Nom de l'étude : Contournement Bujumbura- Scénario élevé

Date du passage : 21-03-2020

Unité monétaire : Francs Burundais (millions)

Taux d'actualisation : 12%

Mode d'analyse : Analyse par projet

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
Scénario : Base Sensitivity Scenario

	Surcouts administration		Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction. Spécial						
Non actualisés	166 005,00	-1,74	0,00	43,498,77	0,00	0,00	856,03	770,713,65
Actualisés	246 039,18	-0,97	0,00	13 859,68	0,00	0,00	252,99	52 420,25

Taux de rentabilité interne (TRI) = 14,6 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
Scénario : Coûts +20%

	Surcouts administration		Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction. Spécial						
Non actualisés	199 206,01	-1,74	0,00	43,498,77	0,00	0,00	856,03	737,512,65
Actualisés	295 247,09	-0,97	0,00	13 859,68	0,00	0,00	252,99	3 212,35

Taux de rentabilité interne (TRI) = 12,1 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
 Scénario : Avantages - 20%

	Surcouts administration			Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction.	Spécial						
Non actualisés	166 005,00	-1,74	0,00	713,889.61	43,498.77	0,00	0,00	856.03	592,241.23
Actualisés	246 039,18	-0,97	0,00	227 476,62	13 859,68	0,00	0,00	252,99	-4 448,91

Taux de rentabilité interne (TRI) = 11,8 % (Nbre de solutions = 1)

Option : Contournement comparée à l'option : Pas de contournement
 Scénario : Coûts +20% et Avantages -20%

	Surcouts administration			Economies CEV motor.	Economies cout du temps véh. motorisés	Economies CEV+temps véh. non mot.	Réduction cout des accidents	Avantages nets sociaux/exogenes	Avantages nets totaux (NPV)
	Investis.	Fonction.	Spécial						
Non actualisés	199 206,01	-1,74	0,00	713,889.61	43,498.77	0,00	0,00	856.03	559,040.17
Actualisés	295 247,09	-0,97	0,00	227 476,62	13 859,68	0,00	0,00	252,99	-53 656,81

Taux de rentabilité interne (TRI) = 9,7 % (Nbre de solutions = 1)