



04/07/2017

Les étapes du calcul de rentabilité économique d'un projet routier



Moustapha Galadima

MAITRE ES SCIENCE INGENIEUR CIVIL

Table des matières

LISTES DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES	2
I. Introduction	3
II. Aperçu sur les différentes méthodes d'évaluation des projets d'infrastructures ..	3
II.1 Méthode traditionnelle.....	3
II.2 Méthodes basées sur le calcul de la rentabilité financière.....	3
III. Approche de la l'analyse économique d'une infrastructure.	4
III.1 Analyse coût-avantage	4
III.2 Déroulement de la méthode	4
IV. Calcul de rentabilité d'un projet routier	5
IV.1 Définition de la zone d'influence.....	5
IV.2 Etude du trafic.....	5
IV.3 Définition des différents coût	7
IV.3.1 Coût d'investissement	7
IV.3.2 Norme d'entretien et coût.....	7
IV.3.3 Coûts d'exploitation des véhicules.....	8
IV.4 Avantages économiques associés au projet.....	9
IV.4.1 Bénéfices liés au CEV des véhicules.....	9
IV.4.2 Trafic généré ou induit (voyageurs et marchandises)	10
IV.4.3 Impacts sur la production	10
IV.4.4 Réduction des coûts d'interruption de la circulation	10
IV.4.5 Gain de temps pour les usagers :.....	10
IV.4.6 Sécurité.....	11
IV.5 CALCUL DE RENTABILITE	11
IV.5.1 Le modèle HDM 4	11
IV.5.2 Principe Modèle RED 3.2	12
V. Conclusion	14

LISTES DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

C.E.V	coûts d'exploitation des véhicules
H.D.M V.O.C	High way design model vehicle operation cost
IRI	International roughness indice
TRI	Taux de rentabilité interne
RED	Modèle de décision économique pour les routes
VAN	Valeur actuelle nette

Les étapes du calcul de rentabilité économique d'un projet routier

I. INTRODUCTION

Les routes constituent la base du développement socio-économique d'un pays. Ce qui fait que leur entretien et leur extension retient l'attention de tous les programmes gouvernementaux.

Des ressources financières importantes sont consacrées chaque année à ce secteur.

Investir ou rénover une infrastructure est une décision qui demande à être justifiée au moyen de différents outils permettant d'en évaluer les coûts. Cette évaluation consiste à porter un jugement de valeur fondée sur des méthodes cognitives. Elle est, en conséquence, une démarche cruciale pour permettre de prendre en considération et de comparer la validité des calculs économiques. (BelaidOustani, et al, GIREF 03-2009).

II. APERÇU SUR LES DIFFERENTES METHODES D'EVALUATION DES PROJETS D'INFRASTRUCTURES

II.1 METHODE TRADITIONNELLE

Elles font appel au jugement, au bon sens et à l'intuition des conseillers et décideurs. Ces méthodes prennent différentes formes (Tellier, 1994)

- Une confrontation des avis devant un arbitre
- Un choix d'un projet revenant à l'arbitre qui n'est autre que le roi ;
- Une confrontation des avis dans un processus faisant taire les opinions discordantes
- Un vote
- Et l'appel à l'instinct du décideur

II.2 METHODES BASEES SUR LE CALCUL DE LA RENTABILITE FINANCIERE.

D'essence privée, le calcul de la rentabilité est une méthode quantitative qui s'intéresse, essentiellement, au calcul de la rentabilité financière. Cette méthode se base sur les flux monétaires (les cash flows), c'est-à-dire les encaissements et les décaissements générés annuellement par le projet. . (BelaidOustani, et al, GIREF 03-2009).

III. APPROCHE DE LA L'ANALYSE ECONOMIQUE D'UNE INFRASTRUCTURE.

III.1 ANALYSE COUT-AVANTAGE

L'analyse coût-avantage découle de la théorie économique du bien être. Elle s'inscrit dans une logique économique néoclassique qui s'intéresse à la question de savoir comment une société peut allouer ses ressources de façon optimale de sorte à maximiser le bien être de toute la collectivité. (Belaid Oustani, et al, GIREF 03-2009).

L'analyse coût-avantages est une méthode d'évaluation économique applicable à tous les types de projets. C'est une approche multidimensionnelle qui met en évidence les effets désirables et non désirables d'un projet. Elle permet de savoir si ses avantages sociaux sont plus grands que ses coûts (Anderson et Settle, 1990). Ainsi le principe de base de cette approche est qu'un projet est jugé bon s'il produit le maximum de bien être et donc d'avantages pour la collectivité. Les avantages et les coûts sont donc, respectivement définis comme des augmentations et des réductions du bien être humain.

III.2 DEROULEMENT DE LA METHODE

Elle se fait en plusieurs étapes qui peuvent être synthétisées comme suit (Tellier , 1994)

- Première étape : définir le projet par rapport à la situation qui prévaudrait sans le projet
- Deuxième étape : identifier les effets du projet
- Troisième étape : trier et classifier les effets. La procédure de tri est orienté par le principe fondamental de ne retenir que les effets spécifiques du projet c'est-à-dire ceux qui lui sont indissociables et qui ne se produiraient pas si le projet n'était pas entrepris. Cette étape s'achève par la classification des effets recensés en avantages et en coûts.
- Quatrième étape : la quantification des avantages et des coûts
- Cinquième étape : déterminer la durée du projet
- Sixième étape : comparaison des coûts et des avantages : c'est le calcul des flux des coûts et des avantages dans le temps. Ceci se fait par le calcul de la VAN économique et/ou du TRI économique.
- Septième étape : identifier les gagnants et les perdants
- Huitième étape : décider : trois critères servent de base à l'évaluation et au jugement d'un projet (Anderson et Settle, 1990)

Critère	Règle de décision
Indice avantages/coûts (ration de la valeur actuelle des avantages sur les coûts)	Accepter le projet si avantages/coûts > 1
VAN des avantages-coûts (la différence de la valeur actuelle nette des avantages et la valeur actuelle nette des coûts)	Accepter le projet si avantages- coûts > 0
TRI (le TRI qui rend les avantages actualisés égaux aux coûts actualisés)	Accepter le projet si le TRI > au coûts d'opportunité d'un capital

IV. CALCUL DE RENTABILITE D'UN PROJET ROUTIER

Evaluer la rentabilité d'un projet, c'est comparer les gains futurs de ce projet au coût initial de l'investissement. Un projet rentable est celui dont la somme des gains est supérieure à l'investissement initial.

IV.1 DEFINITION DE LA ZONE D'INFLUENCE

La zone d'influence du projet est la surface au voisinage de la route où les conditions de vie ou celles de la production pourront être modifiées par le projet. Quelles sont les collectivités dont le projet entend servir les intérêts ? La délimitation de la zone est faite à partir de la notion d'accessibilité ; on inclut dans la zone d'influence tous les lieux desquels il est plus rapide de rejoindre la route projetée qu'une autre route.

Les premiers bénéficiaires du projet seront les habitants des villages ou agglomérations traversés par les routes visées et les unités de production et de transformation avoisinantes. Les autres habitants en bénéficieront par l'intermédiaire des routes et pistes de raccordement. Les populations concernées pourront évacuer en toutes saisons leurs productions avec pour conséquence l'accroissement de leurs revenus ; elles pourront aussi accéder plus facilement aux services sociaux et administratifs. Le projet bénéficiera également aux usagers empruntant les itinéraires du projet par la réduction du coût d'exploitation des véhicules (CEV) sur les routes contribuant ainsi à la baisse du coût des produits commercialisés.

La zone d'influence élargie du projet concerne les pays qui utilisent les routes étudiées pour leurs importants flux d'échanges et qui de ce fait bénéficieront des aménagements qui y seront effectués.

IV.2 ETUDE DU TRAFIC

L'étude du trafic constitue une approche essentielle, tant de la conception que de l'entretien et de l'exploitation des réseaux routiers. En tant que moyen permettant de saisir les grands flux d'échanges à travers un pays ou une région, elle représente également une partie importante des études économiques de transport. Il s'agit d'évaluer le volume du trafic à affecter à chaque tronçon et de fournir les données nécessaires pour les différents aménagements prévus grâce aux résultats de campagne de comptages manuels de trafics et ceux des enquêtes origines

destinations de flux (voyageurs et marchandises). L'objectif visé au terme de cette étude est de déterminer :

- le niveau de trafic passé, actuel (volume journalier et sa répartition par typologie),
- la ventilation du trafic par répartition de produits, origine et destination,
- le flux de voyageurs par origine et destination,
- la recherche d'information sur le spectre actuel d'essieux des poids lourds par une campagne de pesage à l'essieu du trafic.

Sur la base des données collectées, effectuer des projections d'augmentation du trafic normal et/ou de création de trafic induit ou détourné pendant la durée de vie du projet.

Trafic normal : Le trafic normal correspond au trafic utilisant la route avant et après son aménagement. Son accroissement tient compte de l'évolution de l'environnement économique et social escomptée. Il sera déterminé à partir de l'analyse des enquêtes et des comptages de trafic réalisés sur les routes en projet. Il constituera la variable fondamentale dans l'analyse économique. Pour cela, une attention particulière a été accordée pour cerner d'une manière précise le volume de trafic sur chaque section de route étudiée.

Trafic dévié : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et qui, sans cet investissement, emprunterait d'autres routes ayant la même destination, ou d'autres modes de transports (chemin de fer, voie d'eau ...) sur le même itinéraire.

Trafic induit : Il s'agit du trafic de marchandises ou du déplacement de personnes généré par les facilités offertes par l'aménagement routier nouveau, alors qu'ils ne s'effectuaient pas jusqu'à présent en raison de la mauvaise qualité ou du coût trop élevé du transport.

L'étude de trafic couvre donc les principales tâches suivantes :

- l'analyse rétrospective du trafic sur les tronçons en projet,
- la détermination du trafic actuel sur les tronçons en projet,
- les prévisions de trafic aux différents horizons de l'étude (trafic normal, trafic induit et trafic dévié).

PREVISION DE TRAFIC

Les différentes méthodes utilisées pour les prévisions de trafics sont généralement :

- Pour les marchandises et les personnes :

- Simple prolongation de l'évolution des flux constatée dans le passé;
- Corrélation entre le trafic et un paramètre macro-économique;
- Étude raisonnée de l'évolution du trafic de chaque flux;
- Utilisation de modèles de génération de trafic;
- Utilisation de modèles d'affectation de trafic.

- Pour les déplacements de personnes :

Étude de l'évolution des trafics en fonction des populations, des catégories de revenu, de l'évolution du parc;

À partir des trafics de marchandises, application de corrélations entre les flux de marchandises et les déplacements de personnes.

IV.3 DEFINITION DES DIFFERENTS COUT

IV.3.1 Coût d'investissement

Ce coût d'investissements intègre la construction des voies et comprend le coût :

- des travaux ;
- des fournitures ;
- de l'assainissement ;
- des plantations ;
- des ouvrages d'art ;
- de l'aménagement des carrefours;
- des aspects environnementaux ;
- de la surveillance et du contrôle+ de maîtrise d'ouvrage déléguée (7,5% des montants des travaux projetés) ;

Par exemple un tronçon routier BalleyaraFilingué,

On définit l'option sans projet : Route bitumée

- Option 1 projet Route bitumé en bicouche Coût d'investissement XXX Milliards
- Option 2 Projet route bitumée en tricouche Coût d'investissement YYY Milliards
- Option 3 Projet route bitumée en BB. Coût d'investissement ZZZ Milliards

IV.3.2 Norme d'entretien et coût.

Les différentes hypothèses retenues pour les normes (construction et entretien) à envisager doivent nécessairement tenir compte des caractéristiques géométriques et

géographiques, du climat, du volume du trafic et de l'agressivité de la composante des véhicules poids lourds et du climat.

Afin d'effectuer les calculs économiques, un des éléments est la détermination de la stratégie d'entretien avant et après investissement.

Ces normes proviennent de la stratégie adoptée par les pays.

Au Niger on regroupe les tâches d'entretien en 3 catégories (Étude de stratégie d'entretien routier au NIGER, BCEOM, 2001) :

- Entretien courant
- Entretien périodique
- Réhabilitation

En fonction de l'état de la route on déclenche ces entretiens, et on estime leur coût

Par exemple on prend une route bitumée sans projet on peut dénoter les tâches d'entretien suivant :

Tâches	Fréquences	
	Avec Projet	Sans projet
Cantonnage	Chaque année	Chaque année
Entretien ouvrage	Chaque année	Chaque année
Point à temps	Chaque 5 an	Chaque année

...

Les coûts sont estimés à partir du référentiel du prix ou des marchés similaires attribués par le ministère.

IV.3.3 Coûts d'exploitation des véhicules

Pour un tronçon de rue ouvert à la circulation et supportant déjà un trafic, l'essentiel des économies attendues découlant des aménagements routiers projetés se traduisent par une baisse des coûts de circulation ou coûts d'exploitation des véhicules.

Ces coûts sont donc compris comme les coûts économiques d'un déplacement rapporté à l'unité du trafic, ici véhicule kilomètre. Interprété également comme la dépense globale nécessaire pour déplacer un véhicule sur une distance d'un (01) kilomètre, ce coût d'usage comprend des coûts fixes et des coûts variables.

Les coûts fixes sont :

- les charges d'amortissement ;
- les dépenses salariales;

- les frais d'assurances;
- les frais généraux;

Les coûts variables sont :

- les dépenses de carburant et de lubrifiant ;
- les pneumatiques ;
- les dépenses d'entretien et de réparation.

Des modèles comme HDM sont utilisés pour le calcul des CEV des véhicules, il intègre le prix d'achat des véhicules, le prix des pièces détachées, leur durée de vie et les conditions climatiques et géométriques de la route.

IV.4 AVANTAGES ECONOMIQUES ASSOCIES AU PROJET

IV.4.1 Bénéfices liés au CEV des véhicules

IV.4.1.1 Les économies sur les coûts de transport

L'évaluation des économies de coûts de circulation porte sur l'analyse du différentiel des coûts d'exploitation des véhicules calculés pour la solution de base et pour la variante proposée par rapport à la situation de référence.

IV.4.1.2 Trafic voyageurs

Trafic normal

Les bénéfices calculés et résultant des réductions des CEV dues à l'aménagement projeté s'obtiennent à l'aide de la formule :

$Economie = T_n (CEV_o \times L_o - CEV \times L)$ où T_n = Trafic ; CEV_o et CEV sont les valeurs hors taxes respectivement sans et avec projet, L_o et L les longueurs des routes sans et avec projet.

Trafic généré

L'économie obtenue est calculée suivant la formule :

$Economie = T_g \times 0,5 (CEV_o - CEV) \times L$

T_g = Trafic généré

IV.4.1.3 Trafic marchandises

#Trafic marchandises normal

$Economie = (T_r \times CEV_o \times L_o) - (T_a \times CEV \times L)$ où

Tr = trafic en véhicules de la situation de référence
Ta = trafic en véhicules de la route aménagée

#Trafic marchandises généré

$$\text{Economie} = 0,5 (Tr \times CEVo \times Lo - Ta \times CEV \times L)$$

IV.4.2 Trafic généré ou induit (voyageurs et marchandises)

Le trafic induit (généré) résultant de l'exécution du projet est fonction de la diminution des coûts d'usage et des nouvelles habitudes de déplacements.

IV.4.3 Impacts sur la production

La construction d'une nouvelle route ou la baisse des coûts de transport peut inciter les producteurs à modifier leurs comportements. De nouvelles entreprises de production peuvent s'implanter près du projet ; les producteurs existants peuvent produire d'avantage et à moindre coût et /ou vendre à un meilleur prix.

IV.4.4 Réduction des coûts d'interruption de la circulation

Il s'agit de l'annulation des coûts d'interruption de la circulation. Les aménagements proposés prévoient une mise hors d'eau totale des chaussées et donc un accès permanent aux usagers des tronçons. L'interruption de la circulation se réfère aux deux types de coupures suivantes

- Coupure ponctuelle par des cours d'eau,
- Coupures générales par détrempage des matériaux.

Si on considère que les marchandises transportées sur les tronçons entrent dans un circuit continu de production, transformation et consommation, le coût d'interruption de la circulation est égal à la valeur monétaire de la marchandise transportée multipliée par le taux d'intérêt pour la durée d'interruption de la circulation.

IV.4.5 Gain de temps pour les usagers :

On peut admettre que la valeur du temps des usagers pour la collectivité est la somme des valeurs individuelles attribuées par chaque usager à son propre temps. On peut également admettre que les temps gagnés sur les transports peuvent être employés à des activités productives, auquel cas la valeur du temps pourrait être mesurée par le salaire, ou les revenus des passagers. Il faut déterminer le revenu annuel moyen des usagers pondérés par rapport au kilométrage parcouru annuellement. Il faut évidemment connaître le taux d'occupation moyen des véhicules et tenir compte différemment des déplacements professionnels et des déplacements de loisirs.

IV.4.6 Sécurité

La sécurité résultant de la diminution (probable) des accidents.

IV.5 CALCUL DE RENTABILITE

La rentabilité économique prise du point de vue de la collectivité est calculée suivant la solution de base et les variantes d'aménagement.

Elle est calculée généralement au Niger à l'aide du progiciel HDM IV pour les routes bitumées et le modèle RED pour les routes en terre.

IV.5.1 Le modèle HDM 4

Ce modèle permet de rechercher les choix des investissements routiers au meilleur coût pour le bénéfice de la collectivité. Ces investissements comprennent les travaux de développement routier, les travaux d'entretien et les travaux d'amélioration.

Cette recherche peut porter soit sur une section isolée de route, soit sur un vaste réseau de liaisons ou n'importe quel ensemble de sections dans un sous réseau routier.

En revanche, l'analyse de rentabilité est établie soit pour l'ensemble des sections, soit à l'échelle d'une section dans un même passage du modèle.

Le modèle ne prend pas en compte directement les interactions qui peuvent exister entre l'évolution de la chaussée et les améliorations réalisées en terme de drainage et d'assainissement.

Le modèle fonctionne comme suit :

- Il traduit l'état de la chaussée sur les consommations des véhicules et les conditions d'utilisation. En fonction des prix unitaires rentrés par l'utilisateur, le modèle calcule les coûts d'exploitation des véhicules sur chaque liaison routière étudiée.
- Pour chaque alternative (sans projet ou avec projet) sont déterminées les caractéristiques d'évolution, sur la période d'analyse, des chaussées, des trafics et des coûts d'usage (construction, entretien et coût d'exploitation des Véhicules).
- Les coûts économiques du projet sont comparés entre la situation sans projet et celle avec projet et les avantages qui en résultent sont récapitulés annuellement.
- Les coûts d'investissement et d'entretien sont établis en fonction des caractéristiques techniques du projet et les prix unitaires en valeurs économiques des opérations renseignées par l'utilisateur.
- Après avoir fixé une période d'analyse (dans notre cas 15 ans à partir de la mise en service de l'aménagement), le modèle calcule les avantages nets actualisés qui sont la somme des gains globaux obtenus sur les variations du

coût d'investissement, d'entretien, du coût d'exploitation des véhicules entre le scénario avec projet et le scénario sans projet.

- A partir de la chronique des avantages annuels sur la période d'analyse, le modèle applique les formules mathématiques permettant de calculer les ratios habituels de rentabilité : **bénéfice net actualisé** et **taux interne de rentabilité économique**.

IV.5.2 Principe Modèle RED 3.2

Le Modèle de décision économique RED pour les routes à faible trafic permet d'effectuer une évaluation économique des projets d'aménagement et d'entretien routier sur la base de la théorie du surplus du consommateur, qui mesure les avantages de la réduction du coût des transports pour les usagers et les consommateurs. Cette méthode a été choisie de préférence à la méthode basée sur le surplus du producteur, qui mesure la « valeur ajoutée » ou les avantages induits pour les usagers productifs de la zone d'influence du projet, tels que les agriculteurs, car on a estimé que le concept de surplus du consommateur permettait une meilleure appréciation des hypothèses retenues et une meilleure évaluation des différentes possibilités d'investissement simulées. Si les modèles HDM adoptent aussi le concept du surplus du consommateur et peuvent servir à une évaluation économique des routes à faible trafic, l'auteur estime qu'ils ne sont pas bien adaptés pour le faire et supposent des données d'entrée plus élaborées. Par contre RED simplifie le processus et présente les avantages suivants :

- ✓ Il réduit les données d'entrée nécessaires pour les routes à faible trafic.
- ✓ Il tient compte du degré d'incertitude plus grand qui caractérise ces données d'entrée.
- ✓ Il indique clairement les hypothèses retenues, en particulier celles qui concernent l'évaluation de l'état des routes et les prévisions de développement économique (trafic provoqué).
- ✓ Il calcule automatiquement l'accroissement du trafic lié à la diminution des coûts de transport sur la base d'une valeur donnée de l'élasticité prix de la demande.
- ✓ Il chiffre les coûts économiques liés au nombre de jours dans l'année où le passage des véhicules est rendu plus difficile par une dégradation importante de l'état de la route.
- ✓ Il utilise d'autres paramètres que l'uni pour définir le niveau de service des routes à faible circulation (vitesse des véhicules et praticabilité des routes).
- ✓ Il permet d'inclure dans l'analyse les aménagements réalisés pour améliorer la sécurité.
- ✓ Il inclut d'autres avantages (ou coûts), liés au trafic non motorisé, à la prestation de services sociaux et à l'impact environnemental.
- ✓ Il conduit à soulever des questions dans une optique nouvelle ; par exemple, au lieu de demander quel est le taux de rentabilité d'un investissement, on peut demander quel est le montant maximum d'un investissement

économiquement justifié, correspondant à une modification souhaitée du niveau de service, des investissements supplémentaires étant justifiés par leur impact social dans d'autres domaines.

- ✓ Il présente les résultats avec des analyses de sensibilité, des valeurs critiques et des analyses de risques stochastiques.
- ✓ Il présente le modèle d'évaluation sur un tableur Excel afin d'exploiter les caractéristiques et les outils intégrés tels que la recherche de valeurs cibles, les scénarios, les solveurs, l'analyse de données et autres éléments d'analyse.

La principale simplification de RED par rapport aux modèles HDM est qu'il se base sur un niveau de service constant pendant la période d'analyse pour l'examen des scénarios avec et sans projet, alors que les modèles HDM incluent des équations sur la dégradation des routes. Les équations des modèles HDM, qui font varier dans le temps l'uni d'une route donnée en fonction de l'état de la chaussée, du trafic, de l'environnement et des caractéristiques d'entretien ne sont pas utilisées dans RED. Pour les raisons énumérées ci-après, le modèle repose sur le concept de niveau moyen de service, ce qui semble raisonnable pour les routes non revêtues à faible trafic.

1. Difficultés pour mesurer ou évaluer l'uni des routes non revêtues.
2. Variations saisonnières de l'état et de la praticabilité des routes.
3. Difficultés pour déterminer la périodicité des reprofilages passés et/ou futurs.
4. Variations cycliques de l'état des routes pour une politique d'entretien donné.
5. Facilité à définir le niveau de service des routes à faible trafic à l'aide de paramètres autres que l'uni annuel moyen et l'épaisseur de la couche de grave.

Exemple de sortie logiciel RED

solution des options de projet

Pays	Niger
Projet	Etud des voies en terre commune V
Route	Saga Gourma_embreuchement

	Sans projet	Options possibles de projet		
	Option 0	Option 1	Option 2	Option 3
	Sans projet	Option 1	Option 2	Option 3
Valeur actuelle nette (millions USD) au taux d'actualisation de 12%	0,000	<u>0,328</u>	0,217	-0,088
Taux de rentabilité interne (%)	#N/A	22%	20%	8%
Avantages annuels nets équivalents (USD/km) au taux d'actualisation de 12%	0	4975	3293	-1027
Taux (%) de rentabilité modifié au taux de réinvestissement de 12%	#N/A	17%	18%	10%
Ratio VAN par coûts financiers d'investissement	0,00	0,89	0,66	-0,35
Ratio VAN par VA des coûts économiques de l'administration	0,00	0,62	0,44	-0,27

V. CONCLUSION