



Le modèle de décision économique RED pour les routes à faible trafic

La présente note présente un modèle basé sur le surplus de l'utilisateur pour évaluer les investissements pour les routes dont le volume de trafic journalier s'échelonne entre 50 et 200 véhicules, nombreuses en Afrique subsaharienne. Le modèle se présente sous forme de fichiers Excel qui permettent d'estimer les coûts d'exploitation et les vitesses des véhicules, d'effectuer une comparaison économique des diverses options d'investissements et d'entretien et de produire des valeurs critiques et une analyse stochastique des risques.

Rodrigo Archondo-Callao est consultant dans le Département Transport, Eau et développement urbain de la Banque mondiale et a participé à la mise au point des applications successives du Modèle de conception et d'entretien des routes (HDM) de la Banque mondiale.

L'objectif de cette série de notes techniques est de diffuser les idées émises dans le cadre des travaux du Programme SSATP. Les opinions exprimées ci-après n'engagent que leur auteur et ne sauraient en aucune manière être attribuées au groupe de la Banque mondiale.

Pour de plus amples informations, écrivez à l'adresse électronique suivante :

ssatp@worldbank.org

Site Web : www.worldbank.org/af/ssatp/

L'absence d'un outil d'évaluation économique sur mesure se ressent lorsqu'il s'agit de prendre des décisions en matière d'investissement et d'entretien des routes rurales à faible trafic. Si le Modèle de conception et d'entretien des routes HDM-3 de la Banque mondiale et le prochain Modèle HDM-4 en cours d'élaboration dans le cadre de l'Étude internationale des instruments de gestion et de développement des routes offrent un cadre solide pour l'évaluation économique des investissements et d'entretien routier, ils ne sont pas vraiment adaptés aux routes à faible trafic (trafic journalier inférieur à 200 véhicules) et ne tiennent pas compte de tous les avantages liés aux routes rurales, sans compter qu'ils nécessitent des données d'information difficiles à recueillir dans le cas de routes à faible trafic. D'où la nécessité d'un modèle d'évaluation économique simplifié pour répondre aux besoins de planification et de programmation de routes rurales sans paramètres dont la collecte est quasi impossible et coûteuse, mais qui permet de présenter des résultats d'une façon pratique et efficace.

Cette note présente le Modèle de décision économique RED (*Roads Economic Decision Model*) pour l'évaluation économique des options d'investissement et d'entretien de routes à faible densité ont les caractéristiques suivantes :

- Forte incertitude des estimations relative au trafic, à l'état et aux besoins d'entretien des routes non revêtues ;
- Périodes de l'année où les routes sont peu praticables ;
- Niveaux de service et coûts pour les usagers définis par d'autres paramètres que l'uni ;
- Forte influence potentielle sur le développement économique ; et
- Bénéficiaires autres que les usagers motorisés.

Le modèle

Le modèle calcule les avantages liés au trafic normal, induit et détourné, en tant que fonction de la réduction des coûts d'exploitation des véhicules et des coûts liés au temps. Il permet par ailleurs de calculer les avantages liés à la sécurité, d'ajouter d'autres bénéfices (ou coûts) tels que ceux liés au trafic non motorisé, à la prestation de services sociaux et de mesurer l'impact sur l'environnement. Le modèle se présente sous forme de fichiers Excel 5.0 qui rassemblent toutes les données concernant les usagers, présentent les résultats d'une façon conviviale et permettent d'effectuer des analyses de sensibilité, des valeurs seuils et des risques.

Le modèle adopte la théorie du surplus du consommateur où l'on mesure les avantages que présente la réduction du coût des transports pour les usagers et les consommateurs, plutôt que sur le surplus du producteur 2/. Elle permet en



effet de mieux apprécier les hypothèses retenues de même que les options d'investissement simulées. Si les modèles HDM adoptent aussi la théorie du surplus du consommateur et peuvent servir à l'évaluation économique des routes à faible trafic, ils ne sont pas assez adaptés et nécessitent une quantité plus importante de données. RED simplifie le processus tout en comportant les avantages suivants :

- il réduit les données d'entrée requises pour les routes à faible trafic ;
- il tient compte du degré d'incertitude plus élevé lié à ces données d'entrée ;
- il indique clairement les hypothèses retenues, en particulier celles concernant l'évaluation de l'état de la route et les prévisions en matière de développement économique ;
- il calcule automatiquement le niveau de trafic induit par la réduction du coût des transports sur la base d'une élasticité de la demande par rapport aux prix ;
- il chiffre les coûts économiques liés au nombre de jours où la route devient difficilement praticable ;
- il utilise d'autres paramètres que l'uni pour définir le niveau de service des routes à faible trafic,
- il permet de tenir compte dans l'analyse des aménagements routiers qui améliorent la sécurité,
- il inclut dans l'analyse d'autres avantages (ou coûts) liés au trafic non motorisé, à la prestation de services sociaux et à l'environnement ;
- il permet de poser les questions autrement. Par exemple la question « quel est le taux de rentabilité d'un investissement » devient « quel est le montant maximum d'un investissement qui économiquement mérite un niveau de service supérieur, étant entendu que des investissements additionnels se justifient par leur impact social dans d'autres domaines ;
- il permet d'effectuer avec les résultats des analyses de sensibilité, des analyses par valeurs critiques et des analyses de risques stochastiques ;
- il présente le modèle d'évaluation sur un tableur Excel pour exploiter ses fonctionnalités, telles que

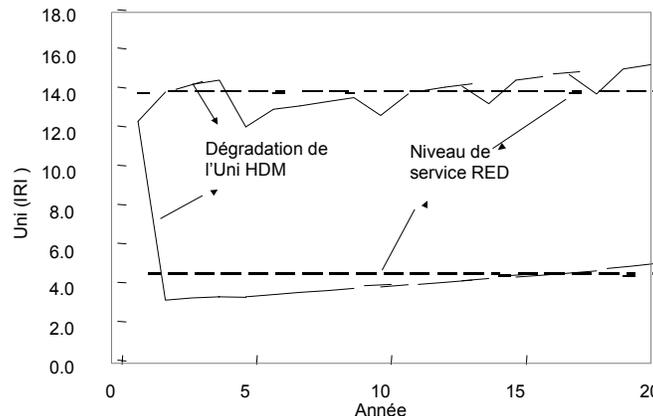


Figure 1. Niveau de service avec et sans projet

recherche de valeurs cibles, scénarios, solveurs, analyse de données et autres éléments.

RED évalue une route à la fois, et compare trois options de projet à un scénario sans, ce qui permet d'obtenir les indicateurs économiques nécessaires pour choisir la solution la plus souhaitable et d'en chiffrer les avantages économiques. Le modèle considère un niveau de service moyen constant pour les scénarios avec et sans projet sur une période de 30 ans (voir

Figure 1). Il ne permet pas de traiter les équations sur la dégradation des routes sur le modèle HDM où l'uni d'une chaussée varie dans le temps en fonction de l'état de la route, du trafic et d'entretien. Pour les principales raisons énumérées ci-après, le modèle se base plutôt sur le concept d'un niveau de service moyen jugé acceptable pour les routes à faible trafic :

- Facilité de définir les niveaux de service pour les routes à faible trafic à l'aide de paramètres autres que l'uni annuel moyen et l'épaisseur de la couche de grave ;

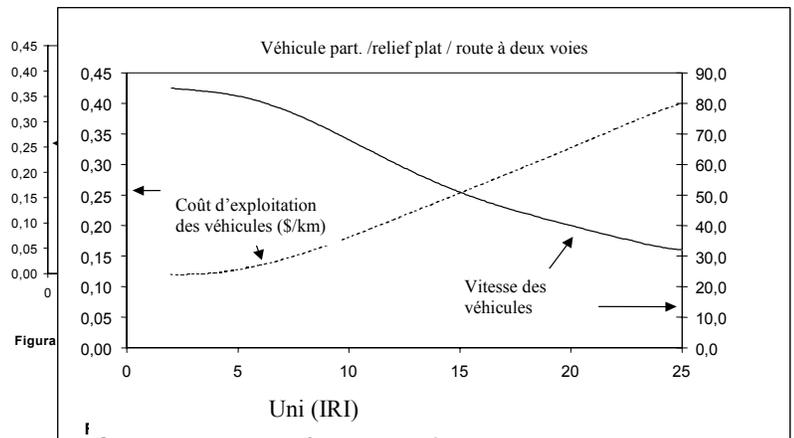


Figure 2. Rapport type entre CEV et Vitesse

- Difficulté d'évaluer l'uni d'une route non revêtue et déterminer la fréquence des reprofilages ;
- Variation saisonnière de l'état et praticabilité de la route ; et
- Dégradation cyclique de la route dans le cadre d'une politique d'entretien appropriée.

Pour calculer le coût d'exploitation et la vitesse des véhicules pour un niveau de service, il faut déterminer la relation entre coût d'exploitation, vitesse des véhicules et uni de la chaussée, à l'aide de polynômes cubiques pour un maximum de neuf types de véhicules, trois types de relief et de routes (voir Figure 2).

Pour estimer l'uni de la chaussée en tant que fonction de la vitesse d'un véhicule de référence, il faut définir des polynômes cubiques analogues pour le véhicule de référence. Ces relations peuvent être définies par tout autre moyen ou facilement obtenues à l'aide du module coût d'exploitation des véhicules de RED qui calcule, compte tenu des spécificités d'un pays, le coût d'exploitation et la vitesse des véhicules en tant que fonction de l'uni. Ce module traite les équations HDM-III sur le coût d'exploitation des véhicules 4/, avec les mêmes données d'entrée que HDM-III, et calcule automatiquement les coefficients des polynômes cubiques qui définissent la relation entre coût d'exploitation, vitesse des véhicules et uni.

Pour déterminer un niveau annuel moyen de service, l'état de la route est défini pour les deux périodes saisonnières suivantes possibles (Figure 3) :

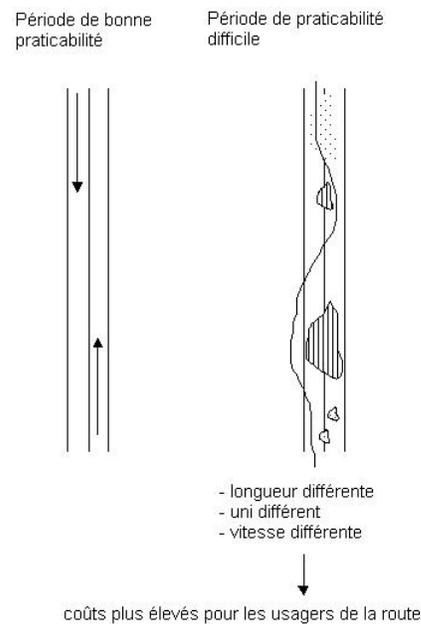
- Période où la route est bonne (saison sèche) ; et
- Période où la route est difficilement praticable (saison des pluies) ; dans ce cas, les véhicules emprunteront d'autres routes ou utiliseront d'autres voies plus praticables le long de la route existante, ce qui entraînera une augmentation des coûts de transport puisque la distance parcourue, l'uni de la chaussée et la vitesse des véhicules seront modifiées.

Pour chacune des deux périodes étudiées, les utilisateurs du modèle ont trois possibilités concernant les paramètres à utiliser pour définir l'état de la route.

- entrer l'uni de la chaussée ; dans ce cas, la vitesse et les coûts d'exploitation des véhicules sont estimés en tant que fonction de l'uni indiquée à l'aide de la relation définie antérieurement ;
- entrer la vitesse d'un véhicule de référence ; dans ce cas, RED estime l'uni de la chaussée sur la base de la vitesse de ce véhicule (à l'aide de la relation définie par l'utilisateur du modèle), puis estime la vitesse et le coût d'exploitation du véhicule sur la base de l'uni estimé ; et
- entrer directement l'uni et la vitesse de tous les véhicules, dans ce cas, le coût d'exploitation des véhicules est estimé en fonction de l'uni indiquée.

La deuxième option est valable pour un relief plat et vallonné, où la vitesse est surtout fonction de l'uni. La dernière option est recommandée pour les routes accidentées et montagneuses, la vitesse étant moins une fonction de l'uni que de la géométrie de la route (tracé en plan et en profil).

Pour calculer les avantages liés à la sécurité, les utilisateurs peuvent entrer les taux d'accident et les coûts moyens par accident, ventilés en accidents mortels,



en accidents ayant entraîné des blessures et accidents n'ayant entraîné que des dégâts matériels, si les données sont disponibles.

RED évalue les avantages liés aux types de trafic suivants :

- le trafic normal, où les véhicules empruntent la route en l'absence de tout nouvel investissement ;
- le trafic détournée, c'est-à-dire le détournement vers la route du projet de véhicules qui empruntaient auparavant une autre voie ayant les mêmes points d'origine et de destination ;
- le trafic induit par la réduction du coût des transports, c'est-à-dire le trafic résultant du fait que les usagers empruntent la route plus fréquemment ou font des trajets plus longs qu'auparavant, ou effectuent des déplacements supplémentaires ; et
- le trafic provoquée par les véhicules qui choisissent d'emprunter la route du projet au lieu d'autres routes, changeant ainsi leur point d'origine ou de destination, parce que le projet a favorisé le développement d'activités économiques dans la zone d'influence de la route.

RED distingue entre trafic induit dû à une réduction des coûts de transport trafic induit dû au développement d'activités économiques locales (trafic provoqué). Les utilisateurs du modèle déterminent l'accroissement du trafic attribuable à la réduction du coût des transports soit en pourcentage du trafic normal, soit en entrant une valeur pour l'élasticité de la demande par rapport au prix 3/, c'est-à-dire le rapport entre l'augmentation en pourcentage du trafic et la diminution en pourcentage du coût des transports. Pour évaluer approximativement les avantages liés au trafic induit, on calcule la moitié de la réduction des coûts de transport pour chaque unité de trafic induit. Les avantages liés à au trafic détournée sont estimés sur la base de la différence du coût

des transports entre la route du projet et l'autre route possible. Le taux de croissance du trafic à entrer dans le modèle est l'accroissement prévu du trafic lié à l'augmentation globale de l'activité économique, qui affecte de la même façon tous les types de trafic et options de projet.

Pour atteindre et maintenir un niveau de service donné, le montant de l'investissement initial et les coûts annuels d'entretien (coût fixes et coûts variables en fonction du trafic) sont spécifiés par l'utilisateur du modèle, ainsi que les avantages nets (ou coûts), le nom du pays/ du projet et de la monnaie nationale, la date d'évaluation, le ratio des coûts économiques et coûts financiers, le taux d'actualisation et la première année civile. Pour chaque option, RED calcule les indicateurs d'efficacité de l'investissement suivants :

- taux de rentabilité modifié compte tenu du taux de réinvestissement présumé au taux d'actualisation donné ;
- ratio de la valeur actuelle nette aux coûts financiers de l'investissement ;
- ratio avantages-coûts de la première année.

RED présente un rapport détaillé de faisabilité économique pour chaque option, en indiquant les principales hypothèses de base, la vitesse estimée des véhicules, la durée des trajets, le trafic induit, les avantages nets et les indicateurs économiques. Il présente aussi un rapport décrivant l'incidence du projet sur les usagers et indiquant la réduction en pourcentage des coûts économiques supportés par les usagers de la route, par catégorie de véhicule, ainsi que les économies réalisées sur les coûts financiers annuels des déplacements dans l'année qui suit l'achèvement de l'investissement initial. RED effectue une analyse de sensibilité pour dix-huit paramètres d'entrée, analyse pour laquelle l'utilisateur entre deux multiplicateurs possibles pour chaque paramètre et le modèle présente les indicateurs d'efficacité de l'investissement correspondant. Il effectue aussi une analyse des valeurs critiques, dans laquelle il présente, dans ce cas, les valeurs de dix-huit principaux paramètres d'entrée qui produisent une valeur actuelle nette égale à zéro.

Le module d'analyse des risques de RED est basé sur les distributions triangulaires des probabilités définies par les usagers pour les dix-huit principaux paramètres d'entrée. L'utilisateur du modèle définit pour un paramètre son estimateur et la probabilité d'occurrence de ce dernier, sous la forme d'une distribution triangulaire des probabilités. Le module se sert de cette information pour analyser tous les résultats possibles, en évaluant des centaines de scénarios. Dans chaque scénario, des données aléatoires correspondant à la distribution donnée des probabilités sont générées, et les distributions de fréquence qui en résultent sont présentées sous une forme graphique (voir Figure 4) avec les indicateurs suivants :

- estimation du taux de rentabilité, la valeur minimale et maximale, la valeur moyenne, l'écart-type et la valeur médiane.
- centile de la valeur actuelle nette pour trois options de centiles ;
- probabilité que le taux de rentabilité soit inférieur ou supérieur à une valeur donnée.

CONCLUSIONS

RED est d'une utilisation simple et nécessite un nombre limité de données d'entrée, compatible avec le niveau des données disponible en général pour l'analyse des routes à faible trafic dans les pays en développement. Le modèle peut être utilisé pour évaluer les investissements routiers et les opérations d'entretien des routes peu fréquentées, et pour estimer les avantages dont profitent les usagers motorisés des routes auxquels d'autres avantages ou d'autres coûts peuvent être attribués de façon exogène. Une attention particulière a été donnée à la présentation des résultats, afin de mettre en lumière toutes les hypothèses de base et de les intégrer globalement à l'aide des analyses de sensibilité, des valeurs critiques et des risques stochastiques. Ce modèle facilitera le travail de l'analyste confronté aux problèmes de variabilité et d'incertitude élevée que pose l'analyse économique des routes à faible trafic.

Références

1. Watanatada, Thawat et al. 1987. *The Highway Design and Maintenance Model. Volume 1, Description of the HDM-III Model.* Banque mondiale, Washington.
2. Beenhakker, H. et Lago A. 1983. *Economic Appraisal of Rural Roads.* Document de travail N° 610. Banque mondiale, Washington.
3. Transport and Road Research Laboratory, Overseas Unit 1988. *A Guide to Road Project Appraisal.* Overseas Road Note 5.
4. Archondo-Callao, Rodrigo and Faiz, Asif 1993. *Estimating Vehicle Operating Costs.* Technical Paper N° 234. Banque mondiale, Washington.

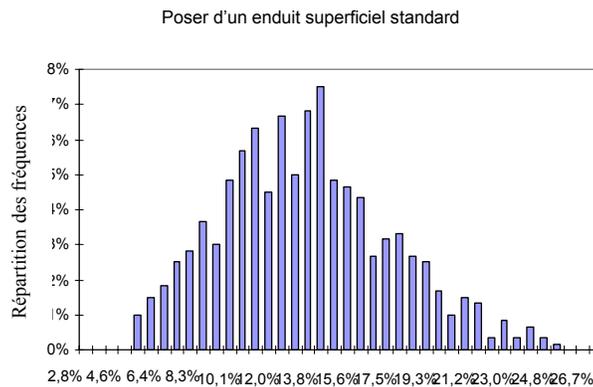


Figure 4. Résultats d'analyse des risques types