

LA FAISABILITÉ DU DÉPLOIEMENT DE STI COMME OUTIL D'AMÉLIORATION DE L'EXPLOITATION DU RÉSEAU AUTOROUTIER EN AFRIQUE DU SUD

A. VAN NIEKERK

South African National Roads Agency Limited, Pretoria, Gauteng, Afrique du Sud
niekerka@nra.co.za

RÉSUMÉ

L'Afrique du Sud est un pays en transition où les normes en vigueur dans les grandes puissances et celles des pays en développement doivent bien s'harmoniser. Les revendications de la majorité des Sud-Africains portent essentiellement sur le relèvement social des pauvres, l'éducation et la santé ainsi que sur les services de base comme le logement, l'eau potable et l'assainissement. En raison des pressions occasionnées par ces exigences sur les ressources publiques, le développement de l'infrastructure de transport vis-à-vis de la demande est inadéquate et ce, surtout dans les zones urbaines comme Gauteng. Les volumes de circulation oscillent entre 100 000 et 180 000 véhicules par jour et les autoroutes de cette région sont souvent embouteillées.

Les embouteillages ont des répercussions négatives sur l'exploitation du réseau autoroutier. Ainsi, pour améliorer la situation actuelle, on est en train d'examiner diverses solutions lesquelles peuvent se classer dans les catégories suivantes :

- expansion du réseau routier par le biais de la mise en place d'une nouvelle infrastructure;
- mise à niveau/élargissement de l'infrastructure actuelle;
- optimisation de l'infrastructure actuelle au moyen de techniques de gestion des embouteillages faisant appel aux systèmes de transports intelligents (STI).

Les deux premières options sont bien connues. Leurs coûts et avantages sont à la fois modélisables et quantifiables. Cependant, depuis le début des années 1990, les pays avancés sur le plan technologique mettent au point de nouvelles stratégies de gestion des embouteillages et surtout, des STI. En tant qu'outils de gestion intégrée de la circulation et des embouteillages, les STI n'ont pas encore été éprouvés en Afrique du Sud. Les besoins et de l'Afrique du Sud et le profil des usagers étant différents de ceux des pays avancés sur le plan technologique, l'installation de STI sur les autoroutes sud-africaines devra être adaptée aux réalités nationales.

La « South African National Roads Agency Limited » (SANRAL) a entrepris un projet pilote STI axé sur la gestion de la circulation autoroutière dans le but :

- de définir les besoins des usagers;
- d'établir des spécifications fonctionnelles;
- de développer une architecture régionale;
- de déterminer les avantages et les coûts de diverses applications STI;
- d'évaluer la faisabilité des STI comme moyen d'accroître la capacité des routes;
- de mesurer l'efficacité de l'application de STI par rapport à d'autres options, comme l'expansion du réseau routier et l'amélioration technique du réseau routier existant;
- de mesurer l'efficacité des systèmes mis en place.

L'étude de faisabilité du projet a révélé que l'augmentation de la capacité des routes fréquemment congestionnées par l'application de sous-systèmes STI n'est pas réalisable, surtout lorsqu'on la compare à l'option d'optimisation technique de l'infrastructure déjà en place. Par contre, les STI utilisés comme instruments de gestion du réseau autoroutier, et plus particulièrement pour la gestion des incidents, sont considérés comme réalisables. Par conséquent certains sous-systèmes STI, notamment la régulation des bretelles d'accès aux autoroutes, un système de télévision en circuit fermé (TVCF), des panneaux de signalisation à messages variables et un centre de contrôle seront mis en place dans le cadre d'un projet pilote. Il est essentiel de se rappeler que les STI ne sont pas mis en œuvre isolément, mais qu'ils sont plutôt considérés comme faisant partie intégrante de la nouvelle infrastructure routière.

MOTS CLÉS

SYSTÈMES DE TRANSPORTS INTELLIGENTS / GESTION DE RÉSEAU / PAYS EN TRANSITION / FAISABILITÉ

1. INTRODUCTION

L'encombrement des routes, qui se produit surtout dans les zones urbaines sud-africaines, a des répercussions négatives sur la productivité, les coûts d'utilisation des véhicules, le temps que les gens passent avec leur famille et l'environnement. Pour améliorer la situation actuelle, on est en train d'examiner diverses solutions lesquelles peuvent se classer dans les catégories suivantes :

- expansion du réseau routier grâce à la mise en œuvre d'une nouvelle infrastructure;
- mise à niveau/élargissement de l'infrastructure actuelle;
- optimisation de l'infrastructure actuelle au moyen de techniques de gestion des embouteillages faisant appel aux systèmes de transports intelligents (STI).

Les deux premières options sont bien connues; leurs coûts et avantages sont à la fois modélisables et quantifiables. Cependant, depuis le début des années 1990, les pays avancés sur le plan technologique mettent au point de nouvelles stratégies de gestion des embouteillages et surtout, des STI. Bien que l'implantation du mode de paiement électronique (PE) ait donné de bons résultats, l'emploi des STI en tant qu'instruments de gestion intégrés de la circulation et des embouteillages n'a pas encore été éprouvé en Afrique du Sud.

Les besoins de l'Afrique du Sud et de ses usagers étant différents de ceux des pays avancés sur le plan technologique, les STI sur les autoroutes sud-africaines devront être adaptés aux réalités nationales. L'Afrique du Sud est un pays en transition qui effectue le passage vers la famille des pays industrialisés et qui offre un accès aux sources d'information, comme Internet, à un nombre restreint d'habitants. Les villes des pays avancés sur le plan technologique sont, pour la plupart, densément peuplées et n'ont presque plus la possibilité de construire de nouvelles infrastructures routières. En Afrique du Sud, par contre, la population ne se concentre pas dans les zones urbaines, le système autoroutier est encore à l'étape de la planification et le coût des terrains et des ouvrages sont bien inférieurs à ce que l'on connaît dans les pays industrialisés. Par conséquent, la réalisation de nouvelles autoroutes est une option plus viable.

Il a donc fallu établir le profil de l'utilisateur sud-africain de STI pour déterminer les besoins des conducteurs, leur intérêt ainsi que leurs réactions vis-à-vis des technologies STI de pointe. Il faut également déterminer quelles applications STI sont réalisables et vérifier si le secteur privé est intéressé à s'engager dans la mise en place des STI, ce qui aurait pour effet d'accroître la faisabilité de certaines applications STI. Tel que mentionné précédemment, d'autres options, comme l'amélioration de la capacité et l'établissement d'une nouvelle infrastructure, peuvent contribuer à réduire les problèmes de congestion routière. Il importe donc d'évaluer la faisabilité des STI par rapport à ces options.

Pour mettre en œuvre les STI, on devra pouvoir s'appuyer sur des normes, des spécifications et une architecture régionale pouvant favoriser l'interopérabilité entre les différentes applications STI. Les questions d'ordre juridique et institutionnel devront également être prises en compte au cours de la phase finale d'établissement des normes, des spécifications et de l'architecture requises.

2. PROJET PROPOSÉ

2.1 Étapes du projet

Le projet est mis en œuvre selon les étapes suivantes :

2.1.1 Étude de faisabilité

Au cours de cette étape, on doit définir les besoins, les spécifications fonctionnelles et une vaste architecture régionale. Les activités suivantes doivent également être entreprises : recherche documentaire sur les meilleures pratiques à l'échelle internationale, modélisation de micro-simulation de la circulation, analyse préliminaire des coûts et avantages associés aux divers sous-systèmes et conception préliminaire d'un projet réalisable. La faisabilité du projet ainsi défini doit être comparée aux options portant sur la construction d'une autoroute parallèle et la mise à niveau de l'infrastructure existante.

2.1.2 Conception

À cette étape-ci, on procèdera à la conception détaillée du projet proposé au terme de l'étude de faisabilité. On établira les spécifications techniques et on raffiner les spécifications fonctionnelles, les besoins des usagers et l'architecture régionale définis à l'étape précédente. Lors de la conception détaillée du projet, on tiendra compte des besoins et des intérêts des intervenants du secteur privé et on envisagera la possibilité d'établir des partenariats entre les secteurs public et privé.

2.1.3 Mise en œuvre et suivi

Afin de déterminer les avantages que les sous-systèmes représentent sur le plan physique et de raffiner les spécifications techniques et fonctionnelles, les besoins des usagers et l'architecture, l'efficacité du système mis en place devront être suivis.

2.2 Applications/sous-systèmes STI faisant partie du projet

Le projet porte essentiellement sur les systèmes de gestion autoroutière. Lors de l'étude de faisabilité, on a évalué les applications et sous-systèmes STI suivants en vue :

de réduire la congestion récurrente de la circulation :

- régulation des accès
- contrôle dynamique de la vitesse

de détecter les incidents :

- boucles d'induction
- télévision en circuit fermé (TVCF)
- surveillance aérienne
- appels des usagers (téléphones cellulaires, téléphones d'urgence, patrouilles routières)

de renseigner les voyageurs :

- panneaux à message variable (PMV)
- messages routiers
- messages brefs (« short text message – SMS »)
- Internet
- centre d'appels

d'intervenir en cas d'incident et de dégager les voies :

- véhicules d'urgence
- véhicules de courtoisie

Outre les systèmes susmentionnés, il importe d'élaborer un lien approprié de communication, un modèle de centre de gestion et de contrôle qui recueillera et traitera les données captées en bordure de route ainsi que des spécifications fonctionnelles, une évaluation des besoins des usagers et une architecture régionale.

2.3 Site du projet pilote

On a identifié l'autoroute Ben Schoeman comme étant le site qui se prêtait le mieux au projet pilote. Cette autoroute à six voies est l'une des plus congestionnées d'Afrique du Sud, le volume de circulation oscillant entre 100 000 et 160 000 véhicules par jour ouvrable. Cette autoroute, qui relie les centres urbains de Pretoria et de Johannesburg, s'étend sur plus de 22 km et comprend deux échangeurs et cinq bretelles d'accès.

On envisage la construction d'une autoroute parallèle (PWV 9) à l'Ouest de la Ben Schoeman. Cette option, qui est à l'étude, pourrait permettre d'alléger l'engorgement de l'autoroute Ben Schoeman. De plus, on a déterminé qu'il serait possible d'apporter certaines améliorations techniques à l'autoroute, soit augmenter le nombre total de voies de 6 à 8. En réduisant la largeur des voies de circulation et d'accotement, de 3,7 m et 3 m à 3,35 m et 1,7 m, respectivement, il serait possible d'y ajouter deux voies supplémentaires (une dans chaque direction). En marge de ces travaux, il faudrait également construire une nouvelle voie d'accotement rapide ainsi que quelques voies auxiliaires entre les échangeurs.

Le site se prête donc bien à l'évaluation de la pertinence et de l'efficacité des différents sous-systèmes visant à améliorer les capacités de l'autoroute, comparativement à la construction d'une nouvelle infrastructure ou l'amélioration de celle déjà en place.

3. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

3.1 Besoins des usagers, caractéristiques fonctionnelles et architecture

L'évaluation des besoins des usagers, des caractéristiques fonctionnelles et de l'architecture régionale est un aspect qui a été jugé essentiel à l'élaboration d'un cadre qui permettrait le développement et l'évaluation de sous-systèmes de STI pour ce projet. Il s'agit d'une procédure visant à assurer l'interopérabilité des applications / modules STI qui ne font pas partie de ce projet. Un comité directeur, formé d'intervenants clés de différents paliers gouvernementaux (régional, provincial et national) a été mis sur pied afin d'assurer la coordination des activités.

L'approche retenue pour le développement de l'architecture se divise en deux parties : premièrement, une approche descendante et deuxièmement, une approche ascendante. L'approche descendante vise l'adoption d'une architecture adaptée aux besoins des usagers et éprouvée à l'étranger. À titre de modèle, les responsables du projet se sont servis des besoins des usagers européens (KAREN) et américains et de leurs architectures respectives, pour ensuite les adapter à la réalité sud-africaine. Ces architectures constituent également la pierre angulaire de l'architecture régionale. Les responsables du projet ont même eu recours au logiciel « Turbo Architecture » pour développer et visualiser l'architecture régionale.

Cette solution visait à ce que l'évaluation des besoins des usagers et le développement de l'architecture fonctionnelle puissent se faire rapidement et à un coût moindre que pour les solutions américaines et européennes.

L'approche ascendante, axée sur l'évaluation des besoins des usagers et le développement de l'architecture, aura lieu pendant la phase de conception détaillée. Les leçons qui auront été tirées des problèmes rencontrés à cette étape seront mises en application afin de mieux définir les besoins des usagers et de concevoir une architecture de meilleure qualité. Des améliorations seront continuellement apportées tout au long des étapes de mise en œuvre et de surveillance.

Les responsables ont opté pour une architecture décentralisée et bien coordonnée. Grâce à celle-ci, les principaux modules du projet pourront fonctionner de façon indépendante, bien qu'un module servira de serveur et coordonnateur général.

On présume que l'organisme chargé de l'exploitation des modules possédera la responsabilité et le pouvoir délégué qui permettront au coordonnateur de l'ensemble des modules d'autoriser la modernisation de l'ensemble du système de transport.

L'architecture à elle seule procurera de nombreux avantages. Elle permettra d'accroître le marché des STI en fournissant une plate-forme commune pour l'intégration des systèmes, tant au niveau de l'architecture que de sa mise en place. En ce qui concerne la mise en place des systèmes, l'architecture contribuera à l'élaboration de normes communes pour les interfaces des STI et l'échange de données. Les avantages et les répercussions de telles normes sont les suivantes :

- Expansion du marché et réduction des coûts. L'adoption de normes évolutives pourrait entraîner une expansion du marché pour les produits et services de STI, ce qui pourrait entraîner une concurrence des prix et des prix de vente avantageux pour les usagers finaux. Un tel marché pourrait entraîner des externalités de réseau où une quantité accrue d'utilisateurs se traduirait par une réduction supplémentaire des coûts ou un accroissement des avantages aux utilisateurs.

- Compatibilité. Les normes d'interface ouvertes ont également fourni de nombreux avantages techniques aux usagers finaux, notamment en ce qui concerne la facilité de la transférabilité, de l'interopérabilité et de l'échange de données entre les applications STI.
- Innovations technologiques. Les normes STI peuvent gêner l'adoption à long terme de technologies novatrices en ce qui a trait à une norme précise.
- Intérêt des vendeurs. Les avantages à long terme des normes à l'égard des vendeurs de produits et de services STI pourraient être très favorables.

3.2 Centre de gestion

On a étudié différents modèles de centres de gestion. Puisqu'il s'agit d'un projet pilote, le modèle qui sera choisi dans le cadre de ce projet pourrait cependant différer du modèle éventuellement retenu. Les modèles étudiés sont les suivants :

- Un centre de gestion centralisée;
- Un centre de gestion centralisée misant sur la sous-traitance de certaines fonctions comme les interventions en cas d'incident, les communications, les transports publics, etc.;
- Un centre de gestion décentralisée directement relié aux centres de contrôle de la circulation routière.

Pour les besoins du projet pilote, on a retenu le modèle de centre de gestion décentralisée. Dans le cadre de ce projet, le centre de gestion colligera et traitera les données provenant des systèmes de détection d'incidents. Les données traitées seront ensuite transmises à des centres de contrôle d'urgence des différents conseils métropolitains d'où la répartition des véhicules d'urgence sera effectuée.

On étudie présentement la possibilité de lancer un service téléphonique 115 où les voyageurs pourront s'informer et où on pourra signaler tout incident de circulation. La mise en œuvre d'un tel service nécessitera toutefois la création d'un centre d'appel, démarche qui ne pourrait être possible que si le STI est déployé à grande échelle et si les autres modules du STI, comme le transport en commun, sont mis en œuvre.

Il est prévu que le centre de contrôle et de gestion surveillera en continu le dégagement des voies et appuiera le personnel affecté aux urgences.

Par souci d'économie, il a été conclu qu'un système central, commercialement disponible, basé sur le protocole de communications NTCIP devrait être adapté aux besoins particuliers du projet.

3.3 Réseau de communications de base

On a étudié différentes technologies pouvant être utilisées pour la conception du réseau de base. Au nombre de celles-ci, on retrouve la fibre optique, le service GPRS, le service GSM, le système radio à commutation automatique de canaux et l'accès commuté au moyen d'un service conventionnel à ligne terrestre. Aucune des options n'a été mise de côté, les responsables du projet ayant plutôt décidé de voir quelle technologie se prêterait le mieux au projet.

Même si les coûts initiaux de mise en œuvre d'un réseau de fibre optique sont élevés, comparativement aux autres options, la cadence de transmission des données (au-delà de

100 Mo/s) et les faibles coûts d'exploitation d'un tel réseau en ont fait le choix tout désigné pour le réseau de base de communications qui s'étendra du centre de gestion (CMC pour Central Management Centre) au matériel en bordure de route, notamment la télévision en circuit fermé, les panneaux à messages variables, les détecteurs à boucle d'induction et les autres centres de gestion des urgences. Nous n'avons toutefois pas écarté la possibilité d'avoir recours au service GPRS dans le cadre du projet, cette option étant encore à l'étude.

Un service de téléphonie mobile (GSM) a été identifié pour les communications entre le centre de contrôle (CMC) et les véhicules d'urgence/d'entretien (système radio à commutation automatique de canaux), les panneaux à messages variables et les postes de comptage à boucle d'induction.

Il est possible d'utiliser un accès par ligne commutée ou un réseau de fibre optique au lieu des systèmes de téléphonie mobile pour communiquer avec le CMC, d'autres centres de gestion des urgences, les autorités concernées, les panneaux à message variable et les postes de comptage à boucle d'induction.

3.4 Systèmes de gestion de la circulation et de détection d'incidents routiers

3.4.1 Détecteur à boucle d'induction

Un vaste réseau de détecteurs à boucles d'induction est déjà en place et pourra ainsi être utilisé pour mesurer le débit et la vitesse de circulation. Les données recueillies seront traitées en vue du comptage des accès et de la détection des incidents routiers.

3.4.2 Systèmes de télévision en circuit fermé (TVCF)

L'installation d'un système de télévision en circuit fermé est rentable et permet de fournir des données de très bonne qualité pour la gestion de la circulation, en autant qu'un bon réseau de communications de base de transfert des données soit déjà en place. Étant donné qu'un réseau de fibre optique sera installé dans le cadre du projet, on installera également un système de TVCF qui couvrira l'ensemble de l'autoroute. En plus de servir à la détection des incidents routiers et à la gestion de la circulation, les images captées par le système TVCF seront utilisées à des fins de sécurité et de maintien de l'ordre.

3.4.3 Surveillance aérienne de la circulation

L'utilisation d'un système de télévision en circuit fermé dans le cadre de ce projet rend la surveillance aérienne de la circulation désuète. Cette dernière est coûteuse et les opérations aériennes sont limitées à des cycles de 15 à 20 minutes et par les mauvaises conditions météorologiques (les incidents routiers étant plus nombreux pendant ces périodes).

3.4.4 Téléphones d'urgence

Une étude menée auprès des usagers de l'autoroute Ben Schoeman a démontré que 85 p. 100 d'entre eux possèdent un téléphone cellulaire. L'installation de postes d'appel d'urgence en bordure de la route serait donc peu utile pour la détection d'incidents routiers. Cette option n'a donc pas été retenue dans le cadre du projet.

3.4.5 Appels des usagers (GSM)

Comme nous l'avons précédemment mentionné, 85 p. 100 des personnes qui empruntent l'autoroute Ben Schoeman possèdent un téléphone cellulaire. Les appels effectués au moyen de téléphones cellulaires n'entraînent aucun coût additionnel aux autorités, bien qu'on doive mettre en place un système efficace de réception des appels.

3.5 Systèmes d'information aux voyageurs

3.5.1 Internet

Une page Web servant à fournir des renseignements relatifs à la circulation (durée prévue des déplacements, vitesse de circulation et incidents routiers) sera élaborée. Puisque 49 p. 100 des répondants affirment avoir accès au réseau Internet, un site Internet d'information aux voyageurs constituerait un excellent moyen de transmettre des informations avant le départ pour les usagers du réseau routier et une solution de choix pour la diffusion d'informations routières que les réseaux radiophoniques pourront ensuite intégrer à leurs bulletins de circulation. Étant donné qu'un nombre restreint de répondants (22 p. 100) se sont montrés intéressés à s'inscrire à un système d'information routière par courriel, un système gratuit de renseignements à l'intention des voyageurs sera mis à la disposition des usagers de la route.

3.5.2 Services d'envoi de messages courts (SMS) et de téléphonie cellulaire

Au total, 85 p. 100 des usagers de l'autoroute Ben Schoeman possèdent un téléphone cellulaire. Un système de diffusion d'information sur la circulation ou les incidents routiers au moyen d'un service d'envoi de messages courts sera mis en oeuvre. Ce type de service nécessitera un partenariat entre les secteurs privé et public. Pour l'instant, deux modes de paiement pour ce service sont envisagés : un abonnement mensuel ou une facturation à l'utilisation. L'étude qui a été réalisée démontre que 54 p. 100 des propriétaires de téléphones cellulaires seraient intéressés à s'inscrire au service SMS d'information sur la circulation.

3.5.3 Panneaux à messages variables (PMV)

L'installation d'une infrastructure de PMV est coûteuse en raison du fait que ces panneaux sont fixes et de la nécessité de fournir rapidement et fréquemment des informations aux usagers de la route. Certains panneaux à messages variables seront installés à des points stratégiques de l'autoroute. De plus, on prévoit également installer des panneaux semi-dynamiques à certains emplacements clés du site du projet. Ces panneaux permettront d'afficher le temps de déplacement entre certains points fixes.

3.5.4 Bulletin radiophonique de circulation

Les bulletins radio de circulation constituent le moyen le plus efficace de diffuser de l'information routière. L'étude réalisée a permis de conclure que 89 p. 100 des répondants écoutaient les bulletins de circulation diffusés sur les ondes des stations de radio commerciales. En tout, 80 p. 100 des répondants utilisent l'information qui leur est transmise pour des raisons non précisées. Malheureusement, l'information qui est véhiculée dans les bulletins de circulation est trop souvent périmée et de qualité douteuse. Il incombera au centre de gestion de veiller à ce que les informations routières fournies aux stations de radio commerciales soient précises et actuelles. Un projet de service radio

d'avis routiers est actuellement à l'étude. Il serait possible d'offrir un tel service de façon rentable, mais ce service nécessiterait l'émission d'un permis d'exploitation par la commission de radiodiffusion indépendante.

3.6 Systèmes de gestion de la circulation pour congestion récurrente

3.6.1 Régulation des accès

Différentes méthodes de régulation des accès ont été étudiées au moyen du modèle de micro-simulation Paramics sur le site du projet. Les options évaluées sont les suivantes :

- Systèmes isolés ou locaux de régulation des accès (indépendants les uns des autres);
- Systèmes coordonnés misant sur la régulation coordonnée des accès et s'appuyant sur le débit de circulation dans son ensemble;
- Systèmes intégrés où la régulation des accès est effectuée en parallèle avec d'autres mesures de contrôle de la circulation comme la gestion dynamique des feux et les PMV.

Les responsables du projet ont conclu que le système de régulation isolé/local représentait la meilleure solution possible pour le projet pilote. D'après les modèles établis, on a déterminé que la régulation des accès permettrait d'augmenter la capacité routière de 8 p. 100 et de réduire les temps de déplacement de 5 p. 100. Des améliorations géométriques devront toutefois être apportées aux bretelles d'accès avant d'installer les systèmes de régulation. Selon le modèle, certains échangeurs ne pourraient être utilisés pour la régulation des accès en raison des importants embouteillages qui s'y produisent. La mise en œuvre d'un système de régulation des accès causerait des retards inacceptables et aura un effet négatif sur le réseau routier connexe.

3.6.2 Contrôle dynamique de la vitesse

La mise en œuvre d'un système de contrôle dynamique de la vitesse nécessitera l'installation de panneaux dynamiques au-dessus des voies et espacés d'au moins 1 000 m. Ainsi, en raison de l'infrastructure nécessaire, du coût élevé de cette dernière et des avantages relativement modestes du point de vue de la réduction du temps de déplacement (les modèles font état d'une amélioration de 2 p. 100), les responsables ont jugé que le contrôle dynamique de la vitesse n'était pas profitable. Un panneau dynamique de contrôle de la vitesse sera quand même installé en amont d'une zone propice aux accidents, là où la visibilité est réduite.

4. ÉVALUATION COUT / AVANTAGES DE SES SOUS-SYSTÈMES

Les avantages et les coûts associés aux différents sous-systèmes ont été établis. Dans le cadre du calcul des avantages que procureraient de telles modifications pour les usagers de la route, sur une période de cinq ans, il a été tenu compte des économies de temps et des coûts associés aux accidents, à l'exploitation des véhicules et à l'exploitation et à l'entretien de l'infrastructure. Il est pratiquement impossible de chiffrer les avantages découlant de certains sous-systèmes comme le site Internet, les bulletins radio de circulation, etc. Il s'agit principalement d'avantages indirects axés sur la satisfaction des usagers et qui permettent notamment à ces derniers de planifier leurs déplacements (heure de départ, itinéraire, etc.). Le recours à un éventuel système de télévision en circuit fermé, dans le but d'améliorer la sécurité routière et d'assister les services policiers,

constitue également un avantage indirect. Les avantages et les coûts associés aux différents sous-systèmes sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1

	Coût de mise en oeuvre (en rands de 2003)	Coûts d'exploitation sur 5 ans (en rands de 2003)
Gestion de l'autoroute		
- Régulation des accès	10 M rands	1 M rands
Détection des incidents		
- Boucles à induction	1 M rands	2 M rands
- TVCF (couverture totale du réseau routier)	2,5 M rands	1 M rands
- Appels d'utilisateurs (GSM)	-	1 M rands
Informations aux voyageurs		
- Internet	1 M rands	1 M rands
- Service SMS/téléphonie cellulaire	-	-
- PMV	4 M rands	2 M rands
- PMV semi-dynamiques	2 M rands	-
- Bulletins radio (bulletins de circulation)	-	0,5 M rands
- Réseau de base de communications	3 M rands	1 M rands
Centre de gestion (décentralisé)	3 M rands	18 M rands
TOTAL	26,5 M rands	27,5 M rands

Nota : 8 rands = 1 dollar

5. **GESTION DES AUTOROUTES ET DES INCIDENTS ROUTIERS VS AMÉLIORATIONS DES CAPACITÉS PHYSIQUES DE L'INFRASTRUCTURE**

La gestion autoroutière comme outil servant à réduire le temps des déplacements pendant les périodes récurrentes de congestion a été évaluée à la lumière des avantages que procurerait l'amélioration physique du réseau routier, notamment l'ajout de voies supplémentaires ou la construction de nouvelles autoroutes. Suite à l'évaluation de l'autoroute Ben Schoeman, on a déterminé qu'il serait possible d'y apporter certaines améliorations techniques, notamment l'ajout de 2 voies supplémentaires (faisant passer le total de 6 à 8). Le tableau 2 présente brièvement les rapports avantages /coûts associés aux différentes solutions envisagées.

Tableau 2

Mesure envisagée	Coûts de mise en œuvre	Coûts supplémentaires relatifs à l'exploitation et à l'entretien sur 5 ans (en rands de 2003) (valeur actualisée)	Économie de temps (dans les déplacements) pendant les heures d'affluence sur 20 ans	Débit supplémentaire pouvant être atteinte pendant les heures sur 20 ans (nombre de véhicules)	Coût / débit routier (rands de 2003)	Rapport coûts / avantages
Régulation des accès	10 M rands	15,2 M rands	2 millions	7,2 millions	17 rands	6,1
Contrôle dynamique de la vitesse	34M rands	39,3 M rands	0,82 millions	0,8 millions	60 rands	0,7
Ajout d'une voie	133 M rands	15,2 M rands	18,6 M rands	49,9 M rands	24 rands	7,1
Ajout d'une autoroute parallèle à 4 voies	690 M rands	89,3 M rands	21,5 M rands	118,5 M rands	11 rands	1,6

Nota : 8 rands = 1 dollar

En raison du faible coût des terrains et des travaux de construction routière en Afrique du Sud et du coût de l'aménagement d'une voie supplémentaire au moyen d'améliorations techniques (paragraphe 2.3), le rapport avantages/coûts de la solution visant l'ajout d'une voie additionnelle a surclassé toutes les autres options. Pour sa part, le scénario de construction d'un réseau autoroutier parallèle n'a pas surclassé la régulation des accès. Il Toutefois, dans le cadre de l'évaluation de la réalisabilité des diverses options, il faut qu'il soit tenu compte des besoins en matière de capacité. D'après les résultats de la micro-simulation effectuée dans le cadre de ce projet, un système de gestion d'autoroutes ne saurait suffire pour répondre aux besoins actuels en matière de capacité. Toujours est-il que l'expansion ou l'amélioration du réseau engendrent des coûts élevés en matières de capitaux que la régulation des accès, notamment, contribue à réduire le temps de déplacement et à augmenter le débit routier et ce, de façon efficace (coût / débit routier).

L'ajout de voies additionnelles et la modification des infrastructures ne suffisent toutefois pas à elles seules à gérer les congestions non récurrentes découlant des incidents routiers. L'amélioration du délai d'intervention sur les lieux d'un incident permettra notamment de réduire le nombre de décès et contribuera à réduire les retards de façon générale. Les systèmes d'information aux voyageurs et de détection des incidents routiers sont donc considérés comme essentiels à l'amélioration du fonctionnement du réseau routier.

7. CONCLUSIONS

Il est essentiel de connaître les besoins des usagers, de développer des spécifications fonctionnelles et de mettre sur pied une architecture régionale. Il sera alors possible de

mettre sur pied un cadre à l'intérieur duquel on pourra concevoir des projets de STI et assurer l'interopérabilité entre les différents éléments d'un même projet et entre les différents modules de STI qui pourraient s'ajouter. L'évaluation des besoins des usagers et l'adoption / adaptation des caractéristiques fonctionnelles et des architectures élaborées dans des régions/pays avancés sur le plan technologique permettent aux pays en voie de développement de mettre celles-ci en œuvre plus rapidement et à une fraction du coût original.

En connaissant les besoins des usagers de la route et en élaborant le profil de ces derniers, il est plus facile de déterminer la faisabilité de différents sous-systèmes d'un STI.

Le coût relativement faible des terrains et des travaux de construction routière en Afrique du Sud facilite la mise en œuvre des améliorations visant à résoudre les problèmes d'embouteillages récurrents, par rapport aux autres systèmes de transport intelligents comme la régulation des accès. L'évaluation des STI par rapport à d'autres pour l'amélioration de la capacité devrait tenir compte des besoins relatifs à la capacité. Bien que les STI ne puissent répondre aux besoins, ils constituent une mesure rentable en ce qu'ils mènent à un meilleur débit routier. Cependant, les investissements pour la modernisation d'une telle infrastructure sont élevés relativement aux autres options associées aux STI.

L'ajout de voies de circulation et la création de nouvelles infrastructures ne peuvent permettre à eux seuls la gestion des congestions non récurrentes découlant d'incidents routiers. Il est très difficile de chiffrer les avantages dérivés des sous-systèmes particuliers, comme les sites Internet, les stations de radio, etc. Il s'agit d'avantages indirects qui sont surtout axés sur la satisfaction des usagers de la route. L'amélioration du délai d'intervention sur les lieux d'un incident permettra notamment de réduire le nombre de décès et contribuera à réduire les retards de façon générale. Les systèmes d'information aux voyageurs et de détection des incidents sont donc considérés comme essentiels à l'amélioration du fonctionnement du réseau routier.

Les STI, et plus particulièrement les systèmes de gestion autoroutière, permettent d'atténuer l'engorgement récurrent des routes, mais non de résoudre définitivement ce problème. Il convient donc d'améliorer la capacité routière afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau routier dans son ensemble.

8. RÉFÉRENCES

Le présent document a été préparé à partir de divers ouvrages rédigés dans le cadre de l'élaboration de ce projet.