

## **PIARC Comité C20**

**PIARC (Association de la Route Mondiale) Congrès de la Route Mondial, Durban, Afrique du Sud,  
le 19 - 25 octobre 2003**

**État Actuel sur l'Organisation du Transport de la Route Rurale, le Développement et la Gestion:  
Standards et Spécifications pour Accessibilité Rurale**

## **REVÊTIR LA ROUTE POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL & RÉDUIRE LA PAUVRETÉ**

**par**

Dr Colin Gourley BSc, MSc, PhD, TRL,

Anthony Greening BSc, TRL,

Dr David Jones, PhD, PrSciNat, CSIR,

Robert Petts BSc, CEng, MICE, MIHT, MIAgrE, Intech Associates

### **RÉSUMÉ**

La plupart des routes du réseau rural dans les pays en voie de développement n'ont pas été développées aux niveaux appropriés pour leur rôle vital du transport. Les gouvernements et les agences internationales se sont aussi engagés à alléger la pauvreté qui se produit principalement dans les régions rurales de ces pays. Améliorer l'infrastructure de transport rurale sera un composant essentiel de cette stratégie.

Le coût de développer complètement ces réseaux sera substantiel et le processus est supposé étendre sur une durée mesurée dans les décades. Avec un tel grand engagement de ressources dans la perspective, il sera essentiel que les politiques, les standards et les arrangements pour le développement et l'entretien de ces réseaux font l'usage le plus efficace des ressources disponibles.

Les communautés rurales exigent l'accès durable sur tout l'année pour leurs besoins sociaux de base et économiques. C'est une exigence fondamentale pour supporter les efforts de gouvernements à fin de réduire la pauvreté rurale. Depuis des années, le gravier/latérite a été encouragé comme la surface principale pour fournir l'accès de la route aux communautés rurales. La récente recherche confirme les problèmes particuliers du gravier/latérite dans certaines régions.

Ce papier présente le raisonnement de la restriction de l'usage du gravier/latérite comme la couche de roulement dans la plupart de circonstances. Il propose aussi une stratégie pour intégrer autres options de revêtement qui sont plus durable pour les routes rurales. L'objectif à long terme est la provision de l'accès sur tout l'année pour toutes les communautés rurales avec un coût peu cher et avec les responsabilités de l'entretien maniables. L'entretien devrait être faisable avec la mobilisation réaliste des fonds et des ressources locales avec arrangement de la participation des communautés locales et des entreprises. Les communautés rurales devraient bénéficier de la provision et de l'usage de l'infrastructure améliorée.

Le papier est basé sur le travail des programmes de recherche financée par le Département pour le Développement International (DFID) de ROYAUME-UNI avec la coopération des Gouvernements du Cambodge et Vietnam, et autre recherche sur l'usage du gravier/latérite et des revêtements à bas coût.

**MOTS CLEFS: Durable L'Entretien de Surface de la Route La Pauvreté**

## REVÊTIR LA ROUTE POUR le DÉVELOPPEMENT RURAL & RÉDUIRE de la PAUVRETÉ

Dr Colin Gourley BSc, MSc, PhD, TRL

Anthony Greening BSc, TRL

Dr David Jones PhD, PrSciNat, CSIR

Robert Petts BSc, CEng, MICE, MIHT, MIAgrE, Intech Associates

### 1. Etat sous-développé des réseaux de la route tertiaires

Dans beaucoup de pays en voie de développement, le réseau de la route principal porte approximativement 80 à 90 pour cent de passager et de transport de fret et il est, par conséquent, importance clé à l'économie. Les réseaux de la route principaux sont naturellement classés comme haute priorité pour l'allocation de fonds de l'entretien pour vu de leur reconnaissance économique importance. Inversement, les routes rurales sont données la priorité inférieure dans l'allocation des fonds d'entretien parce qu'ils comportent beaucoup moins de volumes de trafic motorisé. Les routes rurales (non revêtues) en terre avec des surfaces en gravier/latérite comprennent la plus grande proportion de la longueur de la route publique dans les zones rurales des régions en voie de développement. Ils expliquent presque 60 pour cent du réseau de la route principal, ou approximativement 1.2 million de kilomètres. De plus, on estime qu'il y a de 5 à 6 million de kilomètres de routes désignées mineures et de chemin motorisable, et un réseau étendu sous-désignées de pistes et de trajectoires, ils peuvent être plusieurs fois par rapport à l'étendu du réseau désigné. Limitation de fond disponible pour l'entretien et autres facteurs, a signifié que beaucoup du réseau de la route rural devient irréparable.

Dans la région de l'Asie du Sud-Est, deux exemples servent pour illustrer la situation sous-développée des réseaux de la route ruraux.

#### *Cambodge*

Un rapport récent<sup>1</sup> sur l'évaluation du réseau de la route au Cambodge montre que 75% des 4,165 kms de la route national (principal et provincial) n'était pas dans une condition entretenable. Une étude antérieure en 1999 a réparti parmi approximativement 28,000 kms de réseau de la route rural, seulement environ 6,000 kms (21%) avait été réhabilité depuis l'interruption sévère du régime de Khmer Rouge. Ces routes étaient principalement reconstruites aux standards du gravier/latérite. Cependant le fond de l'entretien est seulement disponible pour une petite portion du réseau réhabilité. Il y a donc l'inquiétude justifiable pour la durabilité d'une stratégie 'gravier seul' pour les routes rurales au Cambodge<sup>2</sup>.

#### *Vietnam*

Le Vietnam a un réseau de la route d'approximativement 210,000 kms, cela représente une densité qui est double de la Thaïlande ou la Malaisie. Cependant, seulement 13.5% du réseau de la route sont considérés dans des bonnes conditions, seulement 26% ont deux voies ou plus, et 29% sont en bitume. Plus de 10% de villages sont inaccessibles par la route pour au moins un mois par an.

Bien que les fonds soient une problème majeure, des questions sont soulevées concernant si la provision et l'entretien de grands réseaux non-revêtus sont soutenable en utilisant les stratégies traditionnelles d'un financier, de la gestion de ressource (les graviers sont une ressource naturelle non-renouvelable) ou la perspective de l'environnement.

### 2. Le lien entre accessibilité rurale et la réduction de la pauvreté

Si les routes rurales sont maintenues mauvais, cela peut avoir un grand impact négatif de socio-économique sur les vies de communautés locales et l'économie dans son ensemble. Les réseaux qui s'abîment rapidement mènent à une demande intenable sur les ressources de l'entretien limitées, réduisent l'accès à un niveau qui sévèrement restreint le développement social et économique et peuvent mettre des vies à risque dans les communautés rurales. C'est le réseau de la route rural qui sert cette population et donc il a un rôle important pour encourager le développement des économies rurales et les vies des gens locaux. Les problèmes sont souvent multipliés pour les groupes vulnérables dans la société telle que les femmes, fermiers de subsistance, le malade, l'infirme et personne âgé. Bien que tous les secteurs de communautés rurales bénéficient d'améliorations de l'accessibilité, les femmes sont souvent les plus grands bénéficiaires.

<sup>1</sup> Cambodian Rural Transport Infrastructure Program, A Sub-Sector Overview, Ministry of Rural Development, December 2001.

<sup>2</sup> Seminar on 'Surface Options – Policy and Strategy for Sustainable Access', MRD, ILO, Phnom Penh, 11 – 13 December 2001.

<sup>3</sup> Vietnam Country report 2001

***L'accès fiable de la route rural amélioré:***

- Occasions de marketing pour les fermiers de subsistance. Les routes infranchissables mènent à la perte des occasions du marché, gâtent des récoltes et réduisent ou rendent perdre des revenus. L'entrée agricole à l'économie est souvent plus haute pendant ou peu après la saison de pluies et il est essentiel de déplacer ces produits alimentaires à ce moment.
- Santé de la communauté rurale à travers de meilleur accès pour aller au centre médico-social. Maintenir l'accès pendant la saison de pluies est importants parce que c'est à ce moment qu'il y a plus de malaria, de dengue et autres maladies causes par eau sont à leur sommet.
- Éducation à travers meilleur accès aux écoles et réduire les temps du voyage.
- Relation sociale Maintenir l'accès inter-communauté à famille et les amis ont avantages sociaux importants qui aident à encourager une meilleure qualité de vie pour le pauvre rural.

Les communautés rurales sont souvent rendre isolé quand leurs routes devenues infranchissable pendant la saison de pluie. Souvent une des sections relativement courtes de la route seulement qui sont affectées. Cela est causé par le mauvais entretien qui rend les routes et leurs structures dans un tel état de délabrement qu'ils ne peuvent plus fonctionner normalement.

Les deux gouvernements, le Cambodge et le Vietnam, reconnaissent le manque d'accès de l'infrastructure de transport locale et les services comme un des traits principaux de la pauvreté.

**3. L'intérêt antérieur sur routes en gravier et les problèmes associés en Asie du S. E.**

La couche de surface en gravier naturel (ou la latérite) est utilisée comme une solution appelée "prix bas" face aux problèmes d'accès ruraux dans beaucoup des économies en voie de développement ou émergées. Cette matière fournit une surface intermédiaire entre la route en terre et la surface à coût élevé, généralement le revêtement bitumeux. Le gravier est approprié lorsque la matière convenable est disponible et conformé à des spécifications pour la couche de roulement, les distances d'approvisionnement du gravier sont courtes (c.-à-d. < approximativement 10 kms), les pentes longitudinale de la route sont inférieures approximativement 6%, la chute de pluie est basse ou modérée (c.-à-d. < approximativement 700 mm/an), la circulation est relativement basse (c.-à-d. < approximativement 200 motorisés j), les ressources de la finance et la capacité de gestion sont disponibles pour l'entretien courant (y compris nivelage/reformer) et la remise périodique du gravier, et la génération de la poussière de la saison sèche n'est pas sévère.

Malheureusement, ces conditions ne peuvent pas être accomplies dans beaucoup d'endroits, en particulier dans l'Asie du Sud-Est. La latérite et autres graviers convenables formés naturellement sont généralement limités dans existence; les dépôts de bonne qualité inutilisés sont encore existés et souvent localisés loin des routes qui exigent la remise du gravier.

Le gravier est une surface 'érodée'. La matière est perdue de la surface de la route due à l'action de circulation et à la chute de pluie; la perte de gravier augmente approximativement proportionnel à ces deux causes. Certaines régions de l'Asie du Sud-est connaissent particulièrement haut volume et intense chute de pluie qui mènent à l'érosion sévère des routes en gravier et souvent mènent aussi aux conditions infranchissables. Pendant le temps sec l'effet de cohésion des fines est réduit dû à perte de l'humidité et la matière est 'sucé' par la circulation sous forme de poussière, rendent embrouiller à la surface. Les taux annuels de perte du gravier peuvent dépasser 5cm d'épaisseur de la surface. Les pertes sont plus hautes si le mauvais gravier est utilisé, ou s'il n'est pas construit correctement. Les pentes longitudinales sont souvent escarpées pour les routes de bas volume à fin de minimiser des terrassements et des coûts initiaux de la construction. La perte du gravier augmente sur les pentes escarpées. Les surfaces du gravier désagrègent aussi si ils sont soumis à l'inondation.

L'entretien de gravier est cher, surtout pour la remise périodique du gravier qui exige typiquement de 3 à 5 ans intervalles. L'entretien courant d'une route de gravier peut être accompli pour US\$250 - 650/km/ans, selon les méthodes utilisées. Cependant le besoin de remplacement les pertes de la surface par entretien périodique, remise une couche de gravier, peut coûter un supplémentaire US\$400 - 2,000/km/ans. Ces niveaux de fonds sont difficiles pour les gouvernements ou les communautés de les fournir. Il y a une augmentation inévitable de la distance de transport du gravier dans le temps comme les dépôts sont épuisés. Dû au précédent, les routes en gravier sont rarement maintenues systématiquement et beaucoup devenaient finalement au standard de la route en terre. La provision et alors la privation d'accès aux communautés ont des implications sérieuses aux sociales.

**4. La santé et problèmes de l'environnement de gravier**

Les conséquences nombreuses sont associées avec les routes en gravier. Dans les conditions sèches, la poussière produite par la circulation et le vent de l'ampleur important aboutissent à l'augmentation de la perte du gravier (40mm/an contre 10mm/an lorsque le contrôle de la poussière a été pratiqué), le risque de sécurité (les victimes sur les routes en gravier sèches sont disproportionnés au nombre de véhicules qui les utilisent), le risque de la santé, l'inconfort et la nuisante, la pollution de l'air, et les réductions dans les rendements agricoles et la santé du bétail. La poussière s'est étendue sur les gens,

les villages, dans les maisons et les champs ont beaucoup d'impacts et coûte important. La plupart entre eux sont déjà quantifiés. Les magasins de la nourriture et des ressources d'eau peuvent être polluées. Les risques de la santé associés avec la poussière minérale aéroportée sont bien connus. Les particules plus fin que 10 microns sont très respirables et peuvent résulter en bronchitique, emphysème, silicose et pneumoconiose, ces effets ont identifié dans les plusieurs études de la récent recherche. Il y a aussi évidence l'augmentation du cancer de poumon et de la peau associée avec les hautes concentrations de la poussière aéroportées. La poussière entre dans la machine et le matériel électrique qui mène habituellement à la réduction substantiellement de la vie et/ou augment la fréquence et coûts de l'entretien.

La recherche<sup>5</sup> a montré que typiquement 30% de matière de suspension de l'ambiante est attribué à la poussière de la route. Un véhicule se déplace un kilomètre une fois par jour et tous les jours de année, produira entre 0.2 et 0.6 tonnes de fines, celles là sont perdues de la route et causent des impacts décrits ci-dessus. Dans un autre côté, en saison sèche, les véhicules et le vent peuvent enlever de l'ordre de 25 tonnes de poussière par kilomètre de route non-revetue chaque année.

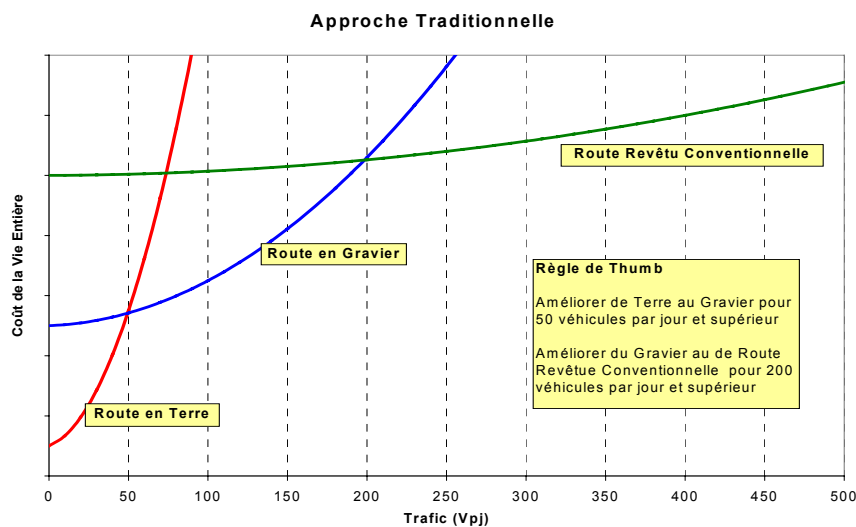
Pendant la période de pluie, les fines s'écoulent ver des ruisseaux et provoque des impacts sérieux sur qualité de l'eau. Le dépôt des fines cause une haute demande de l'entretien du système de drainage. Les routes sont aussi devenues glissants et mène à l'augmentation des risques de la sécurité.

Les fossés d'excavation du gravier peuvent finalement remplir de l'eau et devenir des foyers pour la maladie. Ils sont dangereux pour les enfants et les bétails et inévitablement deviennent l'emplacement de décharge pour les ordures, les décombres de la construction et les déchets.

Peut-être la plus grande question de l'environnement associée avec les routes en gravier est la durabilité d'une ressource non-renouvelable. Le gravier convenable devient un produit rare et son usage peu judicieux mènera finalement à l'absent de telle matière pour toute forme de construction routière.

## **5. Les nouvelles Stratégies - Un Changement du Paradigme Dans la Pensée**

En dépit de l'impact de mauvais condition de routes rurales peut avoir des conséquences sur le niveau de vies, certain pays sont susceptible d'être capable de fournir des fonds suffisamment pour améliorer complètement et maintenir des réseaux à un niveau revêtu acceptable dans le futur prévisible. Les autorités rurales, Organisations Non-Gouvernementaux et les communautés locales, sont besoin des méthodes par lequel l'accès de toutes les saisons peut être maintenu à un coût raisonnable. Avec les ressources très restreintes et sur les réseaux très étendus, ces objectifs sont impossibles d'accomplir en utilisant la provision et les stratégies actuelles de l'entretien des routes.



Il y a environ cinquante ans ' la règle de Thumb' a été établie lequel a stipulé que les routes qui portent plus de 50 véhicules motorisés par jour mérite à améliorer de surface en terre au gravier, et de gravier à la première génération de surface du bitume pour le trafic de 200 véhicules par jour. Ces chiffres approximatifs ont été basés sur estimations de coûts de la vie entière (le total de construction, entretien, et dépense de l'utilisateur de la route). Cependant, les conditions ont changé. La technologie, la recherche et la connaissance ont développées rapidement. Malheureusement ce désuet ' la règle de Thumb' persiste encore dans beaucoup des esprits.

Donc quelles sont les options?

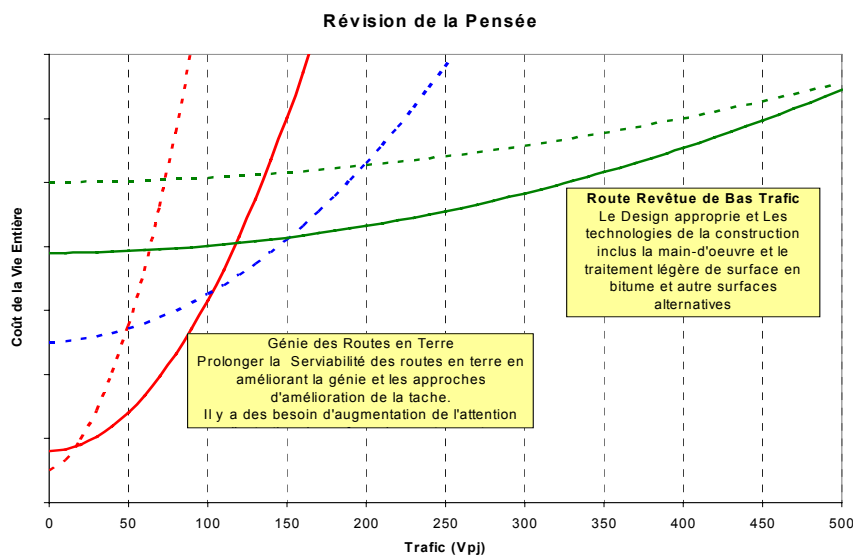
- Adopter une approche flexible, réaliste et innovée pour accéder aux besoins, à la provision et l'entretien.
- Maximiser l'usage de terre (provision de bonne cambrure, le drainage et le contrôle de la circulation peuvent souvent prolonger la serviabilité de routes en terre) lorsque les sols en place sont convenables,

<sup>5</sup> US Environmental Protection Agency

- Les améliorations de la tache où des ressources disponibles limitées sont visées pour des mesures de l'amélioration appropriées aux points stratégiques de la route pour assurer un niveau optimal d'accès. Ceux-ci incluraient:
  - Usage judicieux de gravier (si les ressources proches sont rares)
  - Provision de section courte en revêtements bitumineux ou non-bitumineux.

En encourageant l'innovation, utiliser les technologies de l'équipement légères et les main-d'œuvres et développer l'approche du design et les stratégies de l'entretien qui correspondent avec l'environnement. Les deux coûts de la construction initiale et la demande de l'entretien à long terme peut être réduite considérablement (voyez le Figure ci-dessous).

La recherche récente<sup>6</sup> a montré que, dans certaines circonstances, le traitement de surface à base de bitume des routes en gravier est économiquement justifié aux niveaux de la circulation aussi bas que 40 à 70 vpj et des routes en terre bien construit sur les bons sols peut fournir le service adéquat aux niveaux de circulation entre 70 à 100 vpj et au-delà. Les situations exigées une surface de gravier sont besoins une considération prudente particulier comme le mieux approche du génie, inclure plus de l'attention sur l'entretien de surface (souvent maximiser l'usage de main d'œuvres et des équipements légers) peut augmenter le serviabilité de routes en terre. La localisation de 'l'améliorations des taches' tel qu le drainage ou fournir du gravier ou d'autres options de surface sur des courtes longueurs clefs peuvent rehausser l'utilité de routes en terre en étendant leur capacité pour maintenir la circulation dans les conditions du temps mouillées.



À part des considérations économiques courantes, les inquiétudes sont exprimées concernant la diminution de disponibilité des ressources du gravier convenables et le coût croissant du à plus longues distances d'approvisionnement. La capacité locale pour accomplir l'objectif de la remise périodique du gravier, le fardeau de l'entretien en continu, et les problème socio-environnemental, particulièrement l'effet adverse sur la qualité de poussière de l'air qui augment par des véhicules utilisant des routes du gravier. Tous ces problèmes fournissent l'impulsion à encourager le changement de la politique et la provision de technologies du revêtement alternatif.

## **6. Les alternatives prouvées pour remplacer le gravier**

Il est nécessaire à évaluer rigoureusement les options de surface pour les routes et accès rurales. Le gravier sera probablement convenable dans peut de places qu'on a pensée précédemment. Les diagrammes précédents illustrent la réduction typique de 'Zone appropriée' du gravier. Dans certains cas la combinaison des facteurs en place (se reporte en section 3) signifiera que le gravier ne devrait pas être utilisé à tout niveau de la circulation, c.-à-d. la 'Zone' est fermé.

Les gens pauvres comptent souvent sur le transport non-motorisé, les motocyclettes et les camions simples pour leurs besoins du transport. Sur beaucoup types de sols, la route en terre est suffisant pour fournir l'accès de base à ces types de véhicule à condition que les contraintes spécifiques soient limitées tel que les traversées du cours d'eau, les inclinaisons escarpées sont construites adéquatement avec les améliorations de la tache. La cambrure et le drainage doivent bien sûre être maintenus.

Cependant dans quelques circonstances les sols en place sont trop faible pour supporter toute type de circulation lorsqu'ils sont mouillés et doivent être couvert. Heureusement, il y a une gamme de revêtement alternatif et des options de pavé déjà prouvées dans plusieurs pays qui pourraient fournir des alternatives approprié, économique et durable à la place du gravier. La convenance dépendra des circonstances locales. Ces alternatives implique l'usage approprié de matières disponibles et peut être meilleur marché dans les coûts de la vie entière. La plupart peuvent être construit par des petites entreprises locales qui utilisent un petit capital, la méthode basée sur des mains-d'œuvre et du matériel léger.

Ils pourraient avoir des exigences de l'entretien inférieures que le gravier, pour non seulement sur le coût mais aussi en réduisant le besoin (d'importer) du matériel lourd pour le transport et le compactage. Leur impact sur l'environnement pourrait être substantiellement moins.

<sup>6</sup> Secondary and Feeder Road Development Programme Final report, Department of State Roads, Ministry of Transport and Energy, Government of Zimbabwe. November 1995.

Les options pour la couche de base et la couche de surface sont résumées dans Table 1<sup>7</sup>. Les Guides sur l'usage de ces surfaces alternatives et les différentes couches de la chaussée ont été compilées et avec succès d'application dans plusieurs pays Africains et Asiatiques. Les documents semblables sont entrain de compiler actuellement pour l'Asie du Sud-Est.

## **7. Les expériences d'Afrique du Sud**

La Recherche complète sur le revêtement à bas prix comme une alternative à la place des routes en gravier a été entreprise en Afrique du sud dans ces dernières années. Cette recherche a inclus la justification pour améliorer (tenant compte d'autre facteurs que le trafic), les spécifications des matériaux (les couches structurelles et la surface), les types surface (palliatifs de la poussière, sable collé, enduit superficiel, enduit superficiel de concassage, béton mince et bloc de pavée), les méthodes de la construction (inclure la main-d'œuvre basé) et les coûts du cycle de vie. La recherche a montré que les données caractéristiques de la circulation et le taux d'augmentations sont comprises, la construction démontrée sérieuse est suivie et l'entretien adéquat est appliqué, les améliorations majeures de l'accès peuvent être accomplies avec des économies considérables sur les coûts de la vie entière sont enregistrées. Les petits entrepreneurs utilise des méthodes basées sur les mains-d'œuvre à travers le processus de la construction ont produit un bon qualité de travail et répondent à toutes les spécifications nécessaires. Les routes améliorées ont apporté les développements notables dans les communautés qui incluses l'augmentation du trafic des touristes, de la commerce d'agriculture et forêts et des petites entreprises industrielles. Comme la partie de la recherche, la formation et la documentation appropriée (inclure la documentation contractuelle) a été développée pour faciliter le développement des petits entrepreneurs.

Il y a plusieurs types du revêtement à bas prix appropriés aux opérations basées sur les mains-d'œuvre et les matériels simples. Ceux-ci incluent:

- Le sable collée
- L'enduit superficiel
- Slurry seals (mélange de petit granulat continu, du ciment, de la chaux, de l'émulsion de bitume et de l'eau)
- Otta seals (même principe que l'enduit superficiel sauf le granulat utilisé a des tailles bien distribuées)

TRL en collaboration avec ANE en Mozambique a construit récemment une gamme du traitement bitumineux pour démontrer la faisabilité, l'applicabilité et le potentiel de la construction de ces traitement (Otta Seal, les pré-enrobage, macadam pénétré, et single/double enduit superficelle et sable collé) utilisant le mains-d'œuvre. Les émulsions appliquées à la température ambiante ont été utilisées au lieu des bitumes chauds.

## **8. Stratégies de l'Amélioration de la tache**

Les routes en terre et du gravier sont particulièrement susceptibles à endommager l'environnement. Souvent des courtes sections seulement de la route sont affectées mais ceux-ci peuvent avoir un impact sérieux sur le passage, surtout pendant la saison de pluies, réduire donc les avantages pour communautés rurales qu'ils ont été conçus pour fournir. Pour répondre à ces conditions, les améliorations de la tache visées à des sections problématiques de réseaux de la route ruraux peuvent donner de grandes proportions avantage/coût. Le centre d'intérêt sur la provision de la route dans les régions rurales est changé loin du concept conventionnel de l'avantages du à la réduction des coûts de l'opération des véhicules à l'offre de l'accès de toutes les saisons pour les modes de transport traversées. Lorsque l'accès est traité comme une priorité (c.-à-d. aux écoles, aux cliniques, des marchés etc.), il est possible qu'il y aura une augmentation d'intérêt sur les options de l'amélioration localisées. Si ces travaux d'amélioration de la tache seront adoptés, alors le gros entrepreneur conventionnel basé sur l'approche de l'équipement peut devenir prohibitivement cher et gênant pour les petites sections de la route concernée. Cependant, cela peut créer des occasions pour les petits entrepreneurs locaux en place qui utilisent des technologies basé sur des mains-d'œuvre ou des équipements intermédiaires.

Ces améliorations de tache peuvent être sous beaucoup de formes, y compris le recouvrement des sections de route qui sont susceptibles d'exiger des entretiens courants excessifs. Les revêtements à bas prix servant comme une option pour les travaux de l'amélioration de la tache peut être réalisé par des méthodes basées sur des mains-d'œuvre en utilisant une gamme de matériels relativement à bas prix.

<sup>7</sup> Low Cost Surfacing, Working Paper No 1 - Rationale for the compilation of international guidelines on low-cost, labour-based, alternative & sustainable road surfacings, R C Petts, March 2002.

<sup>8</sup> Performance of low-volume sealed roads: Results and recommendations from studies in southern Africa. TRL Project Report PR/OSC/167/99. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, UK, CS Gourley and PAK Greening, November 1999.

<sup>9</sup> New approaches for the provision of low volume sealed roads. 20th Annual South African Transport Conference. Pretoria, South Africa, PAK Greening and CS Gourley, July 2001.

<sup>10</sup> Increasing skills of labour-based contractors through transfer of appropriate road surfacing technology, 7th Conference on Asphalt Pavement for Southern Africa (CAPSA), Zimbabwe, PAK Greening, CS Gourley & JM Tournee, July 1999.

La plupart du matériel exigé pour le revêtement bitumineux fait partie de l'équipement standard utilisée par les petits entrepreneurs dans la construction de routes rurales. Beaucoup de petits entrepreneurs utilisent la technologie basée sur le tracteur ou le véhicule/equipement locale et cela augmente l'occasion de l'utilisation du matériel et des attachements relativement à bas prix pour des travaux de traitement de surface. L'achat de la lance de jet à main et des attachements du tracteur devrait être dans le range du capital de l'investissement attendue par les petits entrepreneurs ou les entreprises locales de la location du matériel.

Les approches basé sur la main-d'oeuvre ou intermédiaires sont connues comme un moyen important pour permettre aux entrepreneurs d'entrer au secteur routier. La raison principale pour le succès de cette approche est que les besoins d'investissement exigé des entrepreneurs basés sur les main-d'oeuvre sont beaucoup inférieur par rapport a ceux basés sur plus d'opération des équipements intensives. Cela a permis aux entrepreneurs pour entrer au secteur des routes à différents niveaux qui se répandent du contrat insignifiant pour entretien courant à entretien périodique, la réhabilitation et même plus grands projets de la construction.

Un des risques identifiés pour assurer la viabilité à long terme des petits entrepreneurs est qu'ils ont des compétences de base relativement limitées et ils sont extrêmement vulnérables à toutes discontinuités dans le financement pour les travaux routiers. Il est aussi possible que les occasions d'avoir du contrat de travail soient restreintes si les entrepreneurs ont des compétences limitées. Si ces entrepreneurs sont rester viable, il est discutable qu'ils doivent élargir leurs compétences et leurs clients potentiels afin qu'ils peuvent diversifier leurs opérations quand les types particuliers du travail sont rares et ils sont aussi capable de rivaliser des entrepreneurs qui sont bien établi pour les travaux de recouvrement de la route. Il y a sûrement des occasions pour certaine diversification dans des autres activités. Les exemples typiques seraient de petites surfaces revêtues dans les écoles, les cliniques, les routes de petites municipalités, les routes rurales du district, les routes dans les villages, le parking des voiture et autobus, et autres techniques du revêtement dans les routes, les bâtiments, l'agriculture et les secteurs des eaux.

C'est aussi important que les autorités urbaines et rurales ont l'accès à la capacité de contracter qui peut opérer au niveau local pour éviter le coût important de la mobilisation pour des travaux routiers relativement petits qui se seraient nécessairement inclus dans le prix par des entrepreneurs de taille plus grand. Cela est particulièrement approprié à la construction et l'entretien de surface des routes de longueurs relativement courtes donc la plupart deviennent sous la responsabilité des autorités locales.

Le développement des les entrepreneurs localement basé (aux niveaux du district et de la province) peuvent aider dans la redistribution des occasions de l'emploi dans toutes les régions du pays, et aussi fournir la capacité au niveau local pour la mise en oeuvre de l'entretien de la route et des travaux d'amélioration.

## **9. Initiatives courantes au Cambodge et au Vietnam**

Au Cambodge, les taux excessifs éprouvés de la perte du gravier sur les routes rurales et les longues distances d'approvisionnement du gravier contribuent à la charge de l'entretien très important pour ce type de surface. Il est évalué que le coût typique de l'entretien des routes rurales en gravier/latérite au Cambodge est de US\$1,625/km/year<sup>11</sup>. Il y a aussi des problèmes du à la poussière considérables associés avec les matériaux localement disponibles dans le long saison sec; cela est particulièrement évident dû à la tendance de la population qui construit ses logements près aux alignements de la route.

Les coûts et la durabilité concernée des routes en gravier mènent à une initiative pour arranger des essais de surfaces alternatives pour des routes rurales aux provinces de Kampong Cham et de Siem Reap. Ces essais ont été organisés par le Ministère de Développement Rural et ILO Upstream Projet avec la coopération de Intech Associates dans le cadre du financement du programme de recherches de DFID sur des Surfaces à Coût Bas pour les Communautés Pauvres. Les techniques qui sont entrain d'étudier incluent des blocs de pierre placée et emballé à main, la pierre taillée, le macadam de l'eau, le mélange du sable avec du gravier, le Gravier stabilisé par la latérite, la latérite renforcée, l'enduit superficiel et le sable collé à base de l'émulsion bitumineuse, la dalle de béton armée par la bambou<sup>12</sup>. Le séminaire en décembre 2001 sur la politique et la stratégie du revêtement a mené à l'inclusion d'une approche de l'évaluation plus rigoureuse aux options du revêtement dans la politique nationale révisé des routes rurale au Cambodge.

Le Vietnam a aussi connu de la variabilité considérable sur la qualité du gravier naturel et les distances de transport extrêmement longues des matériaux dans quelques provinces. L'intensité et le volume de la chute de pluie cause aussi un haut taux de perte du gravier de la surface. Dans quelques régions du delta, le gravier ou les roches dures doivent être transportées jusqu'à 200km. Les inquiétudes sur les responsabilités de l'entretien et la durabilité de la surface de gravier/latérite dans quelques régions ont menés à un séminaire national sur des options de surface pour les routes rurales<sup>13</sup>. Les surfaces d'essais sont entrain d'organiser dans plusieurs provinces avec des soutiens de la Banque Mondiale et de DFID pour tester et démontrer des options de la surface alternative pour les routes rurales.

<sup>11</sup> Rural Road Investment, Maintenance and Sustainability, A Cases Study on the Experience in the Cambodian Province of Battambang, D Johnston and D Salter, May 2001.

<sup>12</sup> Bamboo Reinforced Concrete Pavement, Mustafa I. Azam, Samer Al-Fayadh, Fergus Gleeson, 2002.

<sup>13</sup> Rural Road Surfacing Workshop, Hanoi, September 2001, Ministry of Transport (MOT)

## **10. Une stratégie proposée pour fournir l'accès de base au pauvre**

Le génie de la route en terre fournira l'accès adéquat sur toute l'année à la communauté rurale dans beaucoup de situations, SI il est maintenu suffisamment. La convenance de ce standard d'accès dépendra sur:

- Les caractéristiques du sol in-situ (type et résistance)
- La pente, la cambrure et les arrangements du drainage
- Les caractéristiques de la chute de pluie
- Les types et la charge de circulation dans le temps critique (habituellement la saison de pluie)
- La faisabilité des arrangements de l'entretien

Les limitations des circonstances pour l'usage des routes de surface en terre devraient être déterminé en basant sur les paramètres décrit ci-dessus. Le travail préliminaire a déjà été fait par TRL et Intech Associates (Routes 2000) au Kenya et par le CSIR en Afrique du Sud dans des régions de pluie moyenne avec le trafic conventionnel. Ce travail exige d'être vérifié et élargit aux régions ayant la chute de pluie importante de l'Asie du Sud-est où une gamme de Moyens de Transport Intermédiaires (MTI) est une mode de transport actuelle pour le pauvre rural.

Il y a des besoins des Guides Internationaux sur l'application de Génie de la Routes en Terre. C'est une haute priorité pour la recherche, récemment confirmé par Greater Mékong Sub-Region Academic Research Network (GMSARN) dans le séminaire sur le Transport Rural au Cambodge (mai 2002).

Avec le succès de l'application de tels guides, la majorité de fonds actuellement gaspillée sur les routes en gravier/latérite dans les circonstances inadaptées pourrait être économisé par la provision du génie de routes en terre dans les conditions appropriées. Ces économies substantielles pourraient être ré-déployées pour fournir meilleur utilisation des stratégies d'amélioration de la tache où il est approprié, l'usage de la surface à bas coût et moins l'entretien de surface dans des circonstances qui ne sont pas convenable pour des surface en terre. Dans la pratique, **la même somme actuellement déployée produirait plus d'accès soutenable aux plus de gens pauvres sur une base globale.**

Le travail de la recherche en progresse sur le revêtement bas prix par CSIR, TRL et Intech Associates qui mèneront aux recommandations améliorées sur l'usage de pierre, de brick, du bitume et des surfaces en béton. Les guides préliminaires sont déjà disponibles pour l'usage de gravier/latérite<sup>14</sup>.

Pour fournir l'accès essentiel de base aux communautés pauvres, il est envisagé que la volonté de la sélection de surface dans le futur considère la route en terre comme la première option dans les circonstances où ils sont appropriés<sup>15</sup>. Il sera nécessaire d'assurer qu'ils peuvent être maintenus utilisant des mains-d'œuvre et matériel simple et les ressources financières disponible. Pour le plus haut niveau de surface, le gravier/latérite serait justes un des options à évaluer sur le critère de la faisabilité technique, de coûte de la vie entière, des évaluations socio-économiques et de l'environnement. Même pour les routes en terre, une estimation réaliste du fond et de la capacité d'entretien doit être une partie intégrante dans le processus d'évaluation et de décision pour assurer une solution soutenable.

Les initiatives de la recherche précitées ont besoin d'être coordonné et associé aux stratégies de la dissémination et de l'intégration qui assureront que les décideur de la politique, les ingénieurs pratiqués, les agences nationales et internationales et le système éducatif adoptent la stratégie approprié pour les surfaces de routes rurales qui répondront aux besoins de l'accès et du transport rural pour les pauvres et seront soutenable avec le financier et la ressource de gestion disponible.

Les institutions visées sont les organisations qui seront capable de mieux recommander, éduquer et disséminer, planifier ou réaliser des investissements de la route, d'où les initiatives contribueront à améliorer le gouvernement. Les bénéficiaires principaux seront les communautés qui sont affectées par les adverses économiques, les effets sociaux et environnemental dû à l'accès peu fiable, la poussière, l'érosion, les hauts coûts du transport, et les hautes proportions de pauvre, des gens isolé et vulnérables.

<sup>14</sup> DFID Transport Links website: [www.transport-links.org](http://www.transport-links.org), Research, R7782.

<sup>15</sup> Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure. Ensuring basic access for rural communities. World Bank Technical Paper No. 496, Lebo J and Schelling D, 2001.



**Table 1 - PROGRAMME D'AMÉLIORATION ALTERNATIVE DES SURFACES DE LA ROUTE**

	<b>Options de surface à Améliorer</b>	<b>Description</b> <i>(Une option de la couche de base pourrait d'être utilisé avec la combinaison de l'amélioration de la surface sélectionnée)</i>
<b>C1</b>	Trainer de Surface de la Route	Lisser les défauts mineurs sur la surface d'une route en terre ou du gravier et redistribuer les matières dégagées sur la surface en utilisant des pneus ou une lame tractée.
<b>C2</b>	Nivelage léger/Reformer de la Surface	Reformer léger de la surface d'une route en terre ou du gravier pour retrouver le cambrure correcte utilisant des main-d'oeuvre ou l'équipement léger/lourd de nivelage.
<b>C3</b>	Surface du Gravier naturelle	Une couche de surface du gravier naturel compacté (typiquement 15 - 20cm d'épaisseur)
<b>C4</b>	Stabilisation de Surface Existante avec de la chaux	Mélanger de chaux vive ou hydraté avec le sol ou les matériaux de surface, arroser et compacter pour augmenter sa résistance et réduire sa sensibilité à l'eau. Cela est obtenu par la réaction chimique de la chaux avec les particules argileuses. Le Mélange et le compactage peuvent se faire par l'équipement léger ou lourd.
<b>C5</b>	Surface en pierre concassée	Une couche de pierre concassée de la taille unique (typiquement 20 mm).
<b>C6</b>	Surface en bloc de pierre placée à main	Une couche (typiquement 20 - 30cm d'épaisseur) de grands morceaux de pierre cassés, bien entasser et caler en plaçant avec des petits morceaux de pierre battus à la main dans des joints. Les vides restant sont remplis du sable. Ce type de surface est normalement posé sur une couche mince du sable/gravier.
<b>C7</b>	Surface en pierre taillée	Une couche (typiquement 15 - 20cm d'épaisseur) de blocs de pierre coupés (taillés) à une forme cubique posé à la main. Jointoyer en mortier/scellement ou entasser légèrement et caler en plaçant avec des petits morceaux de pierre battus à la main dans des joints et Les vides restants sont remplis du sable. La pierre taillée est normalement posée sur une couche mince du sable/gravier.
<b>C8</b>	Surface en Stone Sett (Pavé)	Comme la pierre taillée, mais les blocs de pierre sont plus petits typiquement environ 10cm x 10cm x 10cm avec des joints en mortier.
<b>C9</b>	Surface en bloc de béton	Une couche des blocs de béton (typiquement 10cm x 20cm et 7 - 10cm épaisseur) posé à la main sur une mince couche du sable (3 - 5cm) avec les joints aussi remplis du sable et légèrement compacté.
<b>C10</b>	Surface de Brique en argile	Une couche de briques en argile de haute qualité (typiquement 10cm x 20cm et 7 - 10cm épaisseur) posé à la main sur un lit mince du sable avec joints aussi remplis du sable et légèrement compacté, ou le lit/joint en mortier du ciment.
<b>C11</b>	Surface en Béton Renforcé du bambou	Les dalles de béton de qualité structurelle armées par des grilles de bambou fendu et séparées entre eux par des joints. Ces joints sont reliés par des goujons de transfert de charge en acier et remplis du bitume.
<b>C12</b>	Surface en Béton armé	Les dalles de béton de qualité structurelle armées par des grilles des bars en acier doux et séparées entre eux par des joints. Ces joints sont reliés par des goujons de transfert de charge en acier et remplis du bitume.
<b>C13</b>	Sable collé par Bitume/Goudron	Une couche qui consiste d'une application à la main ou par la machine d'une film de bitume (straight run, bitume fluxé, émulsion) ou de goudron routier et suivi par l'application excessive de sable angulaire ou de petit pierre concassé et le compactage léger pour les pénétrer dans la couche de bitume.
<b>C14</b>	Surface Ottaseal	Une couche qui consiste d'une application à la main ou par la machine d'une film de bitume (straight run, bitume fluxé, émulsion) ou de goudron routier et suivi par l'application des gravier naturel bien gradué ou de pierre concassé (typiquement 16mm et inférieur) et le compactage utilisant des rouleaux pneumatiques lourds pour les pénétrer dans la couche de bitume.
<b>C15</b>	Enduit Superficielle Bitume/Goudron	Une couche qui consiste d'une application à la main ou par la machine d'une film de bitume (straight run, bitume fluxé, émulsion) ou de goudron routier suivant par l'application d'une seul couche des pierres concassées de taille unique (6-20mm) et le compactage léger pour les pénétrer dans la couche de bitume.
<b>C16</b>	Surface de Bitumen Slurry Seal (and "Cape" Seals)	Slurry seal consiste d'un mélange de granulat concassé de petite taille (typiquement 10 mm et inférieur), de l'eau, de l'émulsion de bitume, de ciment et certains adjuvants qui sont malaxées dans un malaxer de béton ou autre machine. On peut répand à la main ou machine. Cape Seals est la combinaison de l'enduit superficiel et Slurry Seal.
<b>C17</b>	Surface bitumeuse de Macadam Pré-malaxé	La pierre concassée bien graduée (typiquement 28mm et inférieur) habituellement provient du carrière d'extraction des roches, des galets ou des matériaux granuleuses sont mélangé avec du bitume (straight run, bitume fluxé, émulsion). Le mélange est ensuit répandu et compacté. Il peut se faire à la main ou machine. Le compactage est assuré par des compacteurs légers ou lourds.
<b>C18</b>	Surface du Macadam Pénétré	Deux ou trois couches de la pierre concassée de taille unique (la dimension nominale des granulats de chaque couche est décroissante, par exemple 63 mm et inférieur). Chaque couche est compacté avec du bitume (straight run, bitume fluxé, émulsion) ou du goudron routier.
<b>C19</b>	Couche de base de Macadam lié par l'Eau	Une couche de la pierre concassée de taille nominale unique (typiquement jusqu'à 50 mm) est compactée et complètement rempli avec du gravier de petite taille bien distribué en arrosant de l'eau dans les vides et compactant pour produire une matière dense et stable. L'épaisseur de la couche peut aller jusqu'à deux fois de la dimension nominale du granulat. Les matériaux peuvent être broyé et répandu à la main ou machine.
<b>C20</b>	Couche de base de Macadam à sec	Une couche de la pierre concassée de taille nominale unique (typiquement jusqu'à 50 mm) est compactée et complètement rempli avec du sable angulaire ou du gravier de concassage de petite taille bien distribué. Il est ensuit compacté par vibro-compactage pour produire une matière dense et stable. L'épaisseur de la couche peut aller jusqu'à deux fois de la dimension nominale du granulat. Les matériaux peuvent être broyé et répandu à la main ou machine. Elle est convenable pour des régions manquées d'eau.
<b>C21</b>	Couche de base de Macadam Lié par Slurry	Une couche (approximativement 7cm épaisseur) du granulat de dimension unique (typiquement 50mm) est rempli avec du granulat plus petit dimension (typiquement 25mm). Elle est ensuit plaqué et jointoyé avec slurry de l'émulsion du bitume avant le compactage final.
<b>C22</b>	Couche de base de en Pierre Concassée	Une couche (habituellement jusqu'à 20cm épaisseur) de pierre concassée (typiquement 50mm et inférieur) habituellement provient de carrière d'extraction des roches, des galets ou des matériaux granuleuses. Les matériaux anguleux dérivent leur résistance principalement par l'effet mécanique à l'origine du serrage entre les particules. Ils peuvent être broyés à la main ou machine.
<b>C23</b>	Traitement mécanique de la Couche de base	Addition et mélanger de matériaux granuleux tel que la pierre concassée ou le sable à une matière pour augmenter sa résistance et accomplir les propriétés exigées d'une couche de base.
<b>C24</b>	Traitement Chimique ou Émulsion de la Couche de base	Addition et mélanger d'un stabilisateur tel que la chaux, le ciment ou les échanges chimiquement de l'ion à un matériau pour augmenter sa résistance et accomplir les propriétés exigées d'une couche de base. Le malaxage et compactage a l'aide des matériels légers ou lourds.
<b>C25</b>	Amélioration de l'Usage des Matières Recyclé	Usage des Matières Recyclé de la chaussée, déchet de l'atelier de fabrication des briques, brique cassée, matières de la démolition, déchet industrielles, etc.,

*C1 & C2 sont des améliorations de l'entretien de la surface, C3 - C18 sont des options de la surface, C19 - C25 sont des options de la couche inférieures de la chaussée.*