

**XXIIe CONGRÈS MONDIAL DE LA ROUTE  
DURBAN 2003**

**RAPPORT NATIONAL DE LA ROUMANIE**

**SÉANCE D'ORIENTATION STRATÉGIQUE TS1**  
***Des niveaux de service et des innovations***  
***pour répondre aux attentes des usagers***

La rédaction de ce Rapport National ST1 a été préparée sous la direction du Professeur Stelian DOROBANTU.

Co-auteurs:

Chap. 1.A. Stelian Dorobantu, Mihai Boicu, Aurel Petrescu, Gheorghe Lucaci, Petre Dumitru

Chap. 2.B. Stelian Dorobantu, Mihai Boicu, Aurel Petrescu, Gheorghe Lucaci, Petre Dumitru

Chap. 3.C1. Stelian Dorobantu, Andrei Radu, Ion Hărățău, Bogdan Vintilă

Chap. 4.C7/8. Stelian Dorobantu, Petre Dumitru, Ștefan Constantinescu, Viorel Pau, Constantin Romanescu, Horia Zarojanu, Mihai Iliescu, Florin Răducu, Valentin Anton

Chap. 5.C12. Stelian Dorobantu, Ion Predescu, C. Chiroiu, Aurel Barariu, Romeo Cociaș  
Teodor Burilescu

## RESUME DES ENJEUX

Le but de ce rapport est de présenter le thème stratégique de l'AIPCR, TS1, « Technologie routière », pour identifier les innovations techniques d'améliorer les prévisions et l'entretien de l'infrastructure routière, pour s'accorder avec la meilleure pratique internationale.

Dans ce but, dans le rapport sont compris :

### **1.A. Indicateurs de qualité de service**

Le réseau routier est composé de divers types de route, chacune répondant à une fonction particulière de faciliter un certain transit direct et rapide de trafic lourd et vitesse élevée, ou d'accès au riverains. En raison de la très grande condition du réseau, les Administrations des routes doivent établir une hiérarchie, une classification des services que les routes peuvent assurer du point de vue fonctionnel, des services qu'elles peuvent assurer, « mobilité ou accès », suite aussi aux caractéristiques des chaussées et les conditions d'entretien « niveau de qualité de service ».

### **2.B. Exigences des usagers**

Dans les dernières années le réseau routier est considéré comme une très importante « industrie » qui utilise un système de gestion de la chaussée ou P.M.S. (Pavement Management System).

Les groupes d'usagers "clients" consultés ont considéré comme importants les indicateurs de performance qui représentent mieux la plus bonne pratique:

- ☞ les aspects financiers pour la construction et l'entretien, taxes sur les routes etc.;
- ☞ les services publics fournis, congestion, qualité du réseau et des travaux effectués, etc.;
- ☞ l'environnement, la présentation du paysage et la protection contre la pollution etc.;
- ☞ la sécurité, l'entretien du réseau en cas de conditions météorologiques défavorables, l'éclairage et une très bonne signalisation, la gestion du trafic etc.

### **3.C1. Caractéristiques de surface**

Les appareils de mesure des dégradations de la surface sont complétés maintenant par de systèmes de traitement automatique des images des dégradations routières.

Les mesures de redressement et d'amélioration par la rehabilitation des chaussees suggèrent de profits élevés grâce à la meilleure surface de la chaussée.

Une préoccupation significative sur la conception des indicateurs de qualité pour les usagers a eu lieu dans l'Administration des routes en Roumanie.

Parmi les autres méthodes on peut utiliser l'entretien préventif (E.P.) pour assurer l'état des chaussées.

L'entretien préventif appliqué après une étude coût/bénéfice, de divers travaux d'entretien sur une chaussée dans un très bon état de la structure peut éviter les futures dégradations.

### **4. C7/8. Chaussees routiers**

L'applications des nouvelles techniques pour la reparation, l'entretien et la rehabiliation de routes ont ete developpe pour assurer les meilleurs conditions de circulation pour les usagers.

Aussi il a ete developper et constuit des materiaux bitumineux utilisent bitume modifie avec des polymers reactive.

On a appliques aussi la technologie de la destruction mecanique – avec une guillotine particulièrement utilises pour cette operation – pour les chaussees en beton-ciment existente gravement deteriore, le materiel resultant etant utiliser pour la construction d'une couche semirigide

La recyclage a place a froid avec de bitume – emulsion – parfois bitume mousseux, et aussi parfois avec l'ajoute de ciment, chaux ou cendre volant a domer de satisfactions.

## **5. C12. Terrassements, drainage et couche de forme**

### **1. La gestion du risque des pentes**

Les raisons principales de l'instabilité de pente ont été définies par des études des différentes causes des glissements qui se sont produits depuis 1975. Parmi les raisons principales sont certaines formations géologiques, la pente du terrain, de la végétation, du climat, des violentes pluies accompagnées de dégel de la neige, du régime hydraulique et hydrologique, même des activités humaines de constructions et d'autres catastrophes naturelles.

Des détails spécifiques concernant la résistance du terrain et les forces actives ne sont pas obtenus que par détermination in situ.

Chaque cause d'instabilité peuvent être considérés comme variables indépendantes en les utilisant dans une étude de statistique mathématique, d'analyse multiple la théorie de l'expectance, le procédé de modélisation Marcovien qui s'applique le mieux à l'histoire de l'instabilité du terrain, on peut obtenir la variable dépendante, le grade de risque d'instabilité de la zone analysée.

## **5. C12. Terrassements, drainage et couche de forme**

### **2. Performance des techniques des sols support de remblais**

La stabilisation des sols mous est d'améliorer leur qualité lors de les utiliser comme couche de forme, ce qui signifie l'amélioration de la résistance et la stabilité même sous l'effet des variations climatiques, l'humidité, gel-dégel, etc.

Les agent stabilisateurs les plus connus sont le ciment, la chaux et la cendre volante qui avec un dosage de 3...6 %, ou une combinaison de chaux avec 5...25 % cendres volantes, au sol mou, donne une couche de forme de 10...30 cm d'épaisseur.

Les exigences et les essais pendant et après les travaux sont difficiles à réaliser toujours.

Depuis 1990 dans ces conditions nous avons expérimenté, développé et utilisé la technologie des géosynthétiques.

## **SOMMAIRE**

- 1.A. La Qualité et le Niveau de Service Routier
- 2.B. Exigences des Usagers
- 3.C1. Caractéristiques de Surface
- 4.C7/8 Chaussées Routières
- 5.C12. Terrassements, Drainage et Couche de Forme
  - 1. La Gestion du Risque des Pentes Existantes
  - 2. Performance des Techniques des Sols Support de Remblais
- Conclusions

## **TS 1 – 1 Des Niveaux de Service et des Innovations pour Répondre aux Attentes des Usagers**

### **1.A. Indicateurs de Qualité de Service**

L'Administration des routes utilisant différents systèmes de classification des routes, chacun répondant à un besoin spécifique: responsabilités administratives, numérotation des routes, rural ou urbain, normes de conception géométrique, vitesse et volume de trafic, etc.

Un réseau routier est composé de divers types de routes chacune avec une certaine flexibilité pour répondre à une transit rapide avec trafic lourd, vitesse élevée et direct, ou pour l'accès aux riverains.

En raison de la très grande condition du réseau, les Administrations des routes ont commencé d'établir une hiérarchie, une classification de services que les routes peuvent assurer, du point de vue fonctionnel, prépondèrent la mobilité ou l'accès, "classification fonctionnelle" ou "niveau de service". Cette classification doit harmoniser les tracés avec l'environnement physique et humain, avec la sécurité routière comme partie compréhensive intégrante de la planification et du développement économique et social. Il faut désigner la classe à laquelle appartient la route: autoroute, artère (les nationales), collectrice et locale, en concordance avec le type de chaussée et d'entretien, "la qualité de service". Il faut aussi étudier les caractéristiques de la circulation, la géométrie du tracé, les autres classes rencontrées, les types de raccordement, la vitesse de marche etc. On trouve ainsi deux considérations majeures pour réaliser la classification fonctionnelle: mobilité ou accès.

Le conflit entre le trafic à longue distance et le trafic dispersé d'après l'origine et la destination locale, fait nécessaire la gradation fonctionnelle des diverses routes. La limitation des accès est nécessaire sur les artérielles pour marquer leurs fonctions primordiales (mobilité), tandis que les locales assurent les accès locaux avec la limitation de la mobilité et de la vitesse.

La Roumanie a des préoccupations pour équilibrer les principaux indicateurs de qualité pour les exigences des usagers et est en train d'établir les caractéristiques fonctionnelles du système: conception, critère et procédure.

Des résultats préliminaires de la classification fonctionnelle montrent une certaine constance (1990-2000) dans les voyages: 2...10 % sur l'autoroute, 60...75 % sur les artères, 25...35 % sur les collectrices, et 6...12 % sur les locales.

## **TS 1 – 1 Des Niveaux de Service et des Innovations pour Répondre aux Attentes des Usagers**

### **2.B. Exigences des Usagers**

Dans les dernières années le réseau routier est considéré comme une très importante "industrie" qui utilise un système de gestion de la chaussée ou P.M.S. (Pavement Management System). Les Administrations Routières devaient utiliser des critères économiques et techniques pour définir les priorités en matière d'entretien pour créer des avantages à leurs "clients" et pour parvenir au coût minimum sur toute la durée de service.

Les paramètres généralement pris en compte sont le coût et la durée des travaux, le temps de transport et les performances de sécurité, la gestion du trafic et les applications de la télématique.

Les groupes d'utilisateurs "clients" consultés ont considéré comme importants les indicateurs de performance qui représentent mieux la plus bonne pratique:

- ☞ les aspects financiers pour la construction et l'entretien, taxes sur les routes et sur les véhicules, péage sur les routes et ponts etc.;
- ☞ les services publics fournis, congestion, qualité du réseau et des travaux effectués, retards et durée des trajets, qualité de la conduite, des services annexes accessibilité et mobilité, véhicules lourds, la visibilité, les caractéristiques de la surface des chaussées, etc.;
- ☞ l'environnement, la présentation du paysage et la protection de la vie sauvage, de la pollution de l'air, sonore et visuelle, vibrations, etc.;
- ☞ la sécurité, l'entretien du réseau en cas de conditions météorologiques défavorables, l'éclairage et une très bonne signalisation des véhicules vers autres routes fonctionnelles, la gestion du trafic, les applications de la télématique à l'information des usagers, etc.

L'identification des besoins des usagers n'a pas à l'heure actuelle que peu d'incidence avec les décisions des autorités routières. L'indice de satisfaction de l'utilisateur mesuré à une petite échelle 1600 personnes - en 1998 ont montré, au-dessus des quatre groupes de paramètres par une note sur 100 sont: 8 % pour les aspects financiers, 37 % pour les services publics, 22 % pour l'environnement et 33 % pour la sécurité. Au niveau national les plans des réseaux routiers sont influencés par les usagers qui demandent des routes pour longues distances, trafic lourd et à grande vitesse, le développement des réseaux routiers, l'amélioration de la sécurité et des services publics, la télématique, la protection de l'environnement, le développement socio-économique. Au niveau local les doléances sont les mêmes mais une échelle réduite, et avec des priorités locales.

Il est sûr que nous devons détailler les paramètres et de réaliser un autre recensement plus nombreux.

Les routes doivent être considérées comme un autre composant de la chaîne de l'"Industrie" qui produit, et dans le même temps comme le résultat de cela.

## **TS 1 – 1 Des Niveaux de Service et des Innovations pour Répondre aux Attentes des Usagers**

### **3.C1. Caractéristiques de Surface**

Les principaux objectifs de C1 consistent à accroître les connaissances seminales des phénomènes générés par l'interaction entre les véhicules et les chaussées et d'harmoniser et de modéliser les caractéristiques de surface. Les appareils de mesure des dégradations de la surface sont complétés maintenant par des systèmes de traitement automatique des images des dégradations routières.

Les mesures de redressement et d'amélioration par la réhabilitation de presque 2000 km de routes nationales pendant les huit derniers ans suggèrent de profits élevés grâce à la meilleure surface de la chaussée. On a élaboré un autre inventaire des dégradations des chaussées.

Une préoccupation significative sur la conception des indicateurs de qualité pour les usagers a eu lieu dans l'Administration des routes en Roumanie qui considère le réseau routier dans la totale intégrale fonction dans une relation intime avec les usagers des routes, l'environnement, une meilleure écoute des usagers, la décentralisation et l'harmonie avec les lois du libre marché constituent la préoccupation majeure.

La nouvelle approche est d'abord comme une gestion continue ce qui suppose:

- ☞ développement des actions par l'Administration conformément aux doléances des usagers;
- ☞ l'évaluation quantitative de l'état du réseau routier par le développement d'un programme intégré PMS/BMS sous l'auspice du European Program for Romania;
- ☞ investigations spécifiques du niveau de service des routes;
- ☞ applications des méthodes spécifiques d'investigation les indicateurs pour l'évaluation parmi les usagers "clients" comment leurs souhaits et opinions sont reçus et appliqués par les Administrations des routes.

Parmi les autres méthodes on peut utiliser l'entretien préventif (E.P.) pour assurer l'état des chaussées.

L'entretien préventif appliqué après une étude coût/bénéfice, de divers travaux d'entretien sur une chaussée dans un très bon état de la structure peut éviter les futures dégradations.

En Roumanie LP est aussi une activité d'entretien primaire mise en pratique depuis 1980 et il s'agit d'appliquer des traitements de surface pour maintenir la durée de vie de la chaussée. Les traitements sont très minces couches de surface, la réparation des fissures tant dans l'asphalte que dans les chaussées en béton, etc.

Le problème est d'appliquer les traitements quand la chaussée est encore dans un bon état de la structure spécialement quand les prévisions météorologiques sont près de l'hiver.

Le problème d'entretien primaire est d'appliquer des travaux simples quand la chaussée se trouve dans un bon état de la structure pour une certaine chaussée, à un certain moment pour améliorer la sécurité, et la tenue de marche.

La Roumanie doit intensifier les préparatives professionnelles des travailleurs et les ingénieurs dans cette méthode d'entretien.

## **TS 1 – 1 Des Niveaux de Service et des Innovations pour Répondre aux Attentes des Usagers**

### **4. C7/8. Chaussées routiers**

L'application des nouvelles techniques pour la réparation, l'entretien et la réhabilitation de routes ont été développées pour assurer les meilleures conditions de circulation pour les usagers.

A cet effet pour assurer les meilleurs services aux usagers, dans les derniers quatre ans, Roumanie a appliqué des nouvelles technologies développées dans les sections expérimentales avec des comportements satisfaisants, et après ça exécuté sur les routes.

Le développement des spécifications techniques pour l'utilisation des matériaux bitumineux conventionnels (MAS 8 et MAS 16) et de type MSA avec l'utilisation des fibres de cellulose ou de verres, ont été utilisés dans presque toutes les couches bitumineuses de surface, dans l'activité de renforcement parce qu'on a prouvé des résistances mécaniques élevées, une fissuration et un orniérage réduits ce qui correspond mieux aux conditions du trafic lourd et aux conditions climatiques sévères de la Roumanie.

Aussi il a été développé et constitué des matériaux bitumineux utilisant du bitume modifié avec des polymères réactifs, plus efficace et correspondant que le bitume modifié avec les polymères inertes de type EVA, SBS, IRS etc.

Dans les sections expérimentales sur routes et aussi sur la piste circulaire de l'Université Technique "Gheorghe Asachi" à Iassy on a prouvé des comportements satisfaisants ce qui a justifié la validité de ces deux technologies dans les travaux avec ce type de matériaux bitumineux pour la surface spécialement sur les routes principales et les Routes Européennes.

On a appliqué aussi la technologie de la destruction mécanique – avec une guillotine particulièrement utilisée pour cette opération – pour les chaussées en béton-ciment existante gravement détériorée, par la méthode “détachement des dalles”, le matériel résultant étant utilisé pour la construction d’une couche semi-rigide pour les couches bitumineuses au-dessus, dans le cadre de la réhabilitation des routes.

L’expérimentation et la comparaison de diverses méthodes pour éviter la réflexion des fissures tant dans le cas de chaussées bitumineuses que dans le cas de chaussées en béton ont resté sans conclusion après six ans.

Le recyclage in situ à froid avec du bitume – émulsion – parfois bitume moussé, et aussi parfois avec ajout de ciment, chaux ou cendre volante a donné de satisfaisantes résultats.

Les usagers des routes demandent la sécurité de la surface et performances, durabilité, coût réduit de réhabilitation, de transport et de la durée de transport.

## **TS 1 – 1 Des Niveaux de Service et des Innovations pour Répondre aux Attentes des Usagers**

### **5. C12. Terrassements, Drainage et Couche de Forme**

#### **1. La Gestion du Risque des Pentes**

Les raisons principales de l’instabilité de pente ont été définies par des études des différentes causes des glissements qui se sont produits depuis 1975. Parmi les raisons principales sont certaines formations géologiques, la pente du terrain, la végétation, le climat, des violentes pluies accompagnées par le dégel de la neige, du régime hydraulique et hydrologique, même des activités humaines de constructions et d’autres catastrophes naturelles.

D’après une simple visite du site, précédée d’une recherche sur les cartes topographiques contenant les limites de terrains, des cartes géologiques, des images en couleurs et d’autres détails qui montrent l’instabilité, on peut déduire les raisons principales.

Des détails spécifiques concernant la résistance du terrain et les forces actives ne sont pas obtenus que par détermination in situ. On peut aussi obtenir des sondages, des carottages, déterminer le niveau et la pression des eaux et du terrain, la vitesse de mouvement, etc.

En Roumanie nous avons développé depuis 1975 un inventaire des cartes topographiques et géologiques desquelles, avec un certain degré de précision, on a eu la possibilité d’apprécier le risque d’instabilité d’une zone.

Maintenant nous avons créé un groupe national de travail qui exécute des études sur l’histoire de presque 70 instabilités de terrains. Ce groupe a établi que chaque cause d’instabilité des pentes déjà énumérée, formations géologiques, la pente du terrain, la végétation, le climat et le régime hydraulique etc. peuvent être considérés comme variables indépendantes. En les utilisant dans une étude de statistique mathématique, d’analyse multiple la théorie de l’expectance, le procédé de modélisation Markovien qui s’applique le mieux à l’histoire de l’instabilité du terrain, on peut obtenir la variable dépendante, le grade de risque d’instabilité de la zone analysée.

On a déjà élaboré des systèmes de protection dimensionnés et construits à la fois pour les conditions pré-rupture dans les zones avec grand risque et à la fois pour les zones post-rupture : drainage des eaux de surface et souterraines, végétation, l’augmentation des efforts résistants et la réduction des efforts actifs etc., d’après la méthode de prédiction.

## TS 1 – 1 Des Niveaux de Service et des Innovations pour Répondre aux Attentes des Usagers

### 5. C12. Terrassements, Drainage et Couche de Forme

#### 2. Performance des Techniques des Sols Support de Remblais

La stabilisation des sols mous est d'améliorer leur qualité lors de les utiliser comme couche de forme, ce qui signifie l'amélioration de la résistance et la stabilité même sous l'effet des variations climatiques, l'humidité, gel-dégel, etc.

Les agent stabilisateurs les plus connus sont le ciment, la chaux et la cendre volante qui avec un dosage de 3...6 %, ou une combinaison de chaux avec 5...25 % cendres volantes, au sol mou, donne une couche de forme de 10...30 cm d'épaisseur.

Les meilleurs résultats que nous avons obtenus sont avec la chaux vive (3...5 %) et dans certains cas avec un ajout de 5...15 % cendres volantes qui apporte une réponse plus lente aux résistances mais à long terme.

Il est nécessaire un certain nombre d'essais en laboratoire pour établir l'agent stabilisateur, le dosage nécessaire et un CBR de 5% au minimum.

Le tableau ci-joint présente les caractéristiques des sols mous à particules fines – silteuses, argileuses et sablonneuses qui sont utilisées dans les couches de forme en Roumanie.

Matériaux	Humidité	Géivité	Qualité	Epaisseur des sols (m)	CBR %	E daN/cm <sup>2</sup>
Gravillon, sable, granulat	-	-	Bon à Excellent	-	15-80	50-800
Sols à particules fines	W <sub>opt</sub> + 5-15%	moyenne à grande	inacceptable	1-10	2-10	< 30

Avant de soumettre un sol mou à une stabilisation il est nécessaire un certain nombre d'essais en laboratoire pour établir l'agent stabilisateur et le dosage pour obtenir un minimum CBR de 5 %, en simulant les conditions de chantier et la stabilité a long terme.

Les exigences et les essais pendant et après les travaux sont difficiles à réaliser toujours à cause de variations climatiques. Ci les conditions de réaliser une couche de forme ne sont pas possibles à cause de la saturation des sols ou de la profondeur du sol mou, on a eu la possibilité d'utiliser les méthodes classiques ou modernes.

Les méthodes classiques consiste un compactage très fort ou à la méthode sandwich qui consiste à utiliser des couches successives de sol humide très plastique et de matériaux – gravillon – plus secs ou des colonnes en beton ciment filtrants.

Depuis 1990 dans ces conditions nous avons expérimenté, développé et utilisé la technologie des géosynthétiques.

Les géogrilles, géocomposites et les géosynthétiques ont été utilisés d'habitude avec une grande couche granulaire pour supporter le poids du remblais.

Les caractéristiques physiques, chimiques et mécaniques des géosynthétiques utilisés sur les sols mous sont toujours surveillées et aussi la pression interstitielle, la stabilité et les déformations de remblai.

Nous utilisons aussi les géosynthétiques dans la construction des drainages, control d'érosion des sols (géocomposites), murs de soutènement, terre armée avec bandes de géocomposites et geocelules tridimensionnelle polyamidic.

## CONCLUSIONS

1. Le développement économique est de plus en plus lié au transport routier sollicitant un réseau plus large pour lequel il faut des meilleures caractéristiques fonctionnelles pour le niveau de service, structurel au global que le réseau routier peut offrir aux usagers, mobilité et accès, "classification fonctionnelle" ou "niveau de service" en concordance avec la qualité des chaussées.
2. Le réseau routier est considéré une importante "industrie" et les "clients" consultés ont considéré comme importants quatre caractéristiques: Financiers, Services publics, l'Environnement, la Sécurité.
3. Les méthodes nouvelles d'analyser la qualité du réseau routier prennent en considération les technologies modernes, des matériaux pour la construction et l'entretien des routes.  
L'entretien préventif appliqué (EP) après une étude coût/bénéfice de divers travaux sur une chaussée dans un très bon état de la structure peut éviter les futures dégradations.  
Le but est de minimiser au minimum le coût de l'entretien et de maximiser la durée de vie des chaussées.  
On doit intensifier l'EP.  
Les appareils de mesure des dégradations de la surface, l'utilisation des appareils non destructifs et des modèles pour prévenir les dégradations doit progresser.
4. Pour assurer les meilleurs services aux usagers et à l'Administration des Routes dans les derniers quatre ans, nous avons appliqué des méthodes nouvelles avec des comportements satisfaisants: couches bitumineuses de surface avec fibre de cellulose ou de verre, avec bitume modifié avec des polymères, réutilisation des chaussées béton-ciment dégradées et le recyclage à froid in situ.
5. Le groupe national pour la gestion du risque d'instabilité, a établi que les raisons principales de l'instabilité de pente peuvent être considérées comme variables indépendantes dans une étude de statistique mathématique, spécialement la Théorie Markovienne avec on peut obtenir la variable dépendante et utiliser pour établir le grade de risque d'instabilité du terrain.
6. On utilise des méthodes classiques et modernes pour la construction des terrassements sur les sols mous: compactage très fort, la méthode sandwich, gravillon ou sable avec ou non avec chaux ou cadre volant dans les collines et depuis 1990 la technologie des Géosynthétiques utilise aussi pour le contrôle d'érosion des sols, drainage, murs de soutènements, les terrassements sur sols mous etc.