

# **PARTENARIAT PUBLIC ET PRIVE POUR L'ENTRETIEN HIVERNAL DES ROUTES DE SLOVENIE**

Peter Pengal\*, Mirjam Galičič\*\*, Cveto Gregorc\*\*, et Jure Miljevič\*\*

\* Ministère du Transport, Direction des  
routes de la République de Slovénie  
Tržaška 19, Ljubljana, Slovénie  
TEL. +386-1-4788-035/FAX +386-1-4788-036  
E-mail: peter.pengal@gov.si

\*\* OMEGAconsult, d.o.o.  
Gregorčičeva 7, Ljubljana, Slovénie  
TEL. +386-1-2000-170/FAX +386-1-2000-184  
E-mail: mirjam.galicic@omegaconsult.si  
cveto.gregorc@omegaconsult.si  
jure.miljevic@omegaconsult.si

## **1 Résumé**

L'entretien hivernal (EH) est un service complexe et coûteux qui représente un montant plus élevé de frais d'entretien des routes dans tout pays ayant des hivers relativement rudes. En Slovénie, les budgets actuels montrent qu'environ 60 % [8] des frais d'entretien sont dûs à l'entretien hivernal. D'où la question capitale: *Comment rendre le service d'entretien hivernal plus efficace?* Il y a deux points fondamentaux importants qui sont susceptibles de concourir à l'augmentation de l'efficacité du service d'entretien hivernal (EH). Premièrement, le schéma organisationnel de l'EH et deuxièmement, l'étendue des connaissances en matière de conditions hivernales exactes/réelles dans les sous-régions (climatiques) du pays. Ces deux points sont pris en considération ici. Un système de concessions a déjà été proposé sous les rubriques [5] et [6] pour l'entretien régulier comme pour l'entretien hivernal. Ici, un nouveau schéma organisationnel pour l'entretien des routes est présenté en liaison avec les données assorties, en particulier les données météorologiques pour l'EH. Les variables météorologiques (climatiques) importantes sont décrites brièvement et la prise en considération possible de l'évaluation des risques est présentée pour le cas des chutes de neige saisonnières. En ce qui concerne les frais socio-économiques, l'analyse est simplifiée et elle se limite aux corridors V et X du Réseau TransEuropéen (RTE). Sont examinés en détail quelques points dits critiques qui longent les corridors. Une méthode possible est décrite pour les périodes d'encombrement et les estimations des frais en cas de phénomène atmosphérique hivernal extrême à un point critique, et des propositions sont faites pour le partage de ces frais supplémentaires. La possibilité d'accidents liés aux conditions atmosphériques aux points critiques est également mentionnée brièvement.

## **2 Introduction**

La pénurie de fonds pour la construction, le renouvellement et l'entretien des réseaux d'autoroutes et d'autres routes nationales n'est pas seulement un problème des pays non développés et des économies en transition, mais c'est également un problème considérable dans la plupart des pays les plus avancés. Les budgets nationaux sont tout simplement incapables de répondre aux exigences si croissantes du secteur du transport. Il semble que le Partenariat Public et Privé (PPP) soit l'une des solutions possibles. Plusieurs modèles d'intégration des capitaux privés ont déjà été élaborés et mis en oeuvre dans le monde entier, mais des résultats très différents ont été obtenus. Dans cet exposé, nous voulons examiner les possibilités d'introduction d'un PPP distinct pour les opérations d'entretien hivernal.

Cet exposé présentera un nouveau cadre possible pour le système d'entretien hivernal. Ses parties constitutives seront énumérées au *Chapitre 3*. Un regroupement possible des segments routiers similaires sera proposé en fonction des caractéristiques techniques, de circulation, climatiques et du terrain.

Au *Chapitre 4*, nous présenterons deux bandes du territoire national, qui ensemble constituent une petite partie de zone, mais qui ont une importance (internationale) considérable en matière de transport, il s'agit en fait des corridors V et X du Réseau TransEuropéen (RTE). Ces deux corridors seront représentés sur une carte et les points critiques le long desdits corridors y seront indiqués.

Au *Chapitre 5*, nous nous concentrerons sur les conditions météorologiques qui, conjointement au niveau de service (NDS), déterminent l'étendue du service d'EH, ainsi que ses frais. Les variables météorologiques importantes seront présentées brièvement et démontrées comme étant la plus influente source d'information sur la sévérité des hivers et sur les frais d'EH qui y sont liés. Le montant des frais fixés prévus pour l'entretien hivernal sera estimé à la base des valeurs moyennes de long terme des variables météorologiques qui déterminent la sévérité d'un hiver moyen pour différentes parties (types climatiques) de Slovénie. Le partage variable des frais et des risques sera présenté en termes de variation des valeurs individuelles des variables météorologiques.

Au *Chapitre 6*, quelques points critiques le long des deux corridors seront examinés. A ces points, des conditions hivernales extrêmes, en association avec les caractéristiques de la circulation et du terrain, peuvent fermer la direction en un laps de temps relativement court. Une méthode possible d'évaluation des périodes d'encombrement et des frais afférents sera décrite. Les caractéristiques des points critiques seront finalement réexaminées et de nouveaux points de vue possibles seront suggérés.

Finalement, le contenu de l'exposé est brièvement résumé et les conclusions les plus importantes sont énumérées au *Chapitre 7*.

L'objectif ultime poursuivi par tous les efforts exposés dans cet article est d'essayer d'assurer un service d'entretien hivernal plus efficace.

Le projet de privatisation de l'entretien des routes de Slovénie est en cours d'élaboration et il sera achevé dans les deux années à venir. Nous nous attendons à ce que les premières concessions soient accordées dans la première moitié de l'année 2002. Nous espérons que ce projet intéresse également d'autres pays qui traitent des problèmes similaires (EH).

Il serait avantageux de disposer d'une analyse détaillée des différents points d'un éventuel système d'EH distinct avant que le système d'entretien concessionnaire ne soit adopté.

### **3 Schéma d'entretien courant des routes de Slovénie et améliorations possibles**

Vu l'importance de l'entretien hivernal (EH) et vu ses caractéristiques particulières, nous sommes de l'avis qu'il serait opportun d'envisager l'entretien hivernal dans une certaine mesure séparément dans le cadre du système d'entretien régulier. Les concessionnaires seraient les mêmes que ceux qui sont chargés de l'entretien régulier, mais le financement serait distinct. Si possible, le territoire de la Slovénie serait divisé soit de la même manière soit légèrement autrement<sup>1</sup> que la division du territoire pour le système d'entretien régulier[5].

#### **3.1 Schéma d'entretien courant des routes**

En Slovénie, il y a actuellement trois groupes principaux de routes. Chacun d'eux est soumis à un système de gestion distinct. Le Tableau 1 ci-dessous cite les groupes de routes, leur longueur totale approximative et les institutions responsables de leur entretien (l'autorité routière) [6].

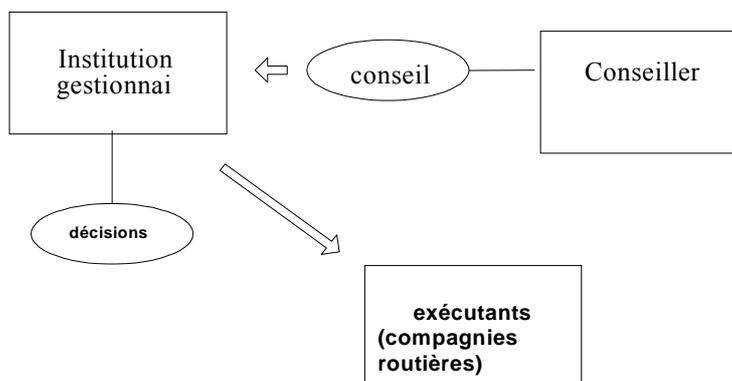
**Tableau 1: Groupes de routes de Slovénie, leur longueur et institutions gestionnaires**

---

<sup>1</sup> Certains segments de route qui traversent les frontières des zones climatiques peuvent être partagés entre des concessionnaires si cela s'avère plus économique.

Groupes de routes	Longueur totale [km]	Autorité routière
Routes nationales	6100	DRSC <sup>2</sup>
Autoroutes	360	DARS <sup>3</sup>
Routes municipales	31000	municipalités

L'organisation de l'entretien courant des routes slovènes (ER) d'un groupe de routes<sup>4</sup> est schématisé à la Figure 3.1.



**Figure 3.1: Schéma organisationnel de la situation actuelle de l'entretien des routes. L'entretien hivernal est complètement associé à l'entretien régulier, tant au plan organisationnel qu'au plan financier.**

### 3.2 Nouveau schéma d'entretien des routes

La Figure 3.2 illustre le nouveau schéma proposé pour le système d'entretien des routes. Ses éléments financiers et juridiques sont détaillés en [5]. Ici, l'accent est mis sur la partie EH, et divers domaines dont les données importantes devraient être recueillies, stockées et interprétées adéquatement sont exposés.

<sup>2</sup> Direkcija Republike Slovenije za ceste, *Direction des routes de la République de Slovénie* (sous le Ministère du Transport).

<sup>3</sup> DARS, la Compagnie des autoroutes de Slovénie

<sup>4</sup> Le schéma se rapporte principalement au groupe de routes nationales, mais il pourrait facilement s'appliquer aux deux autres groupes de routes.

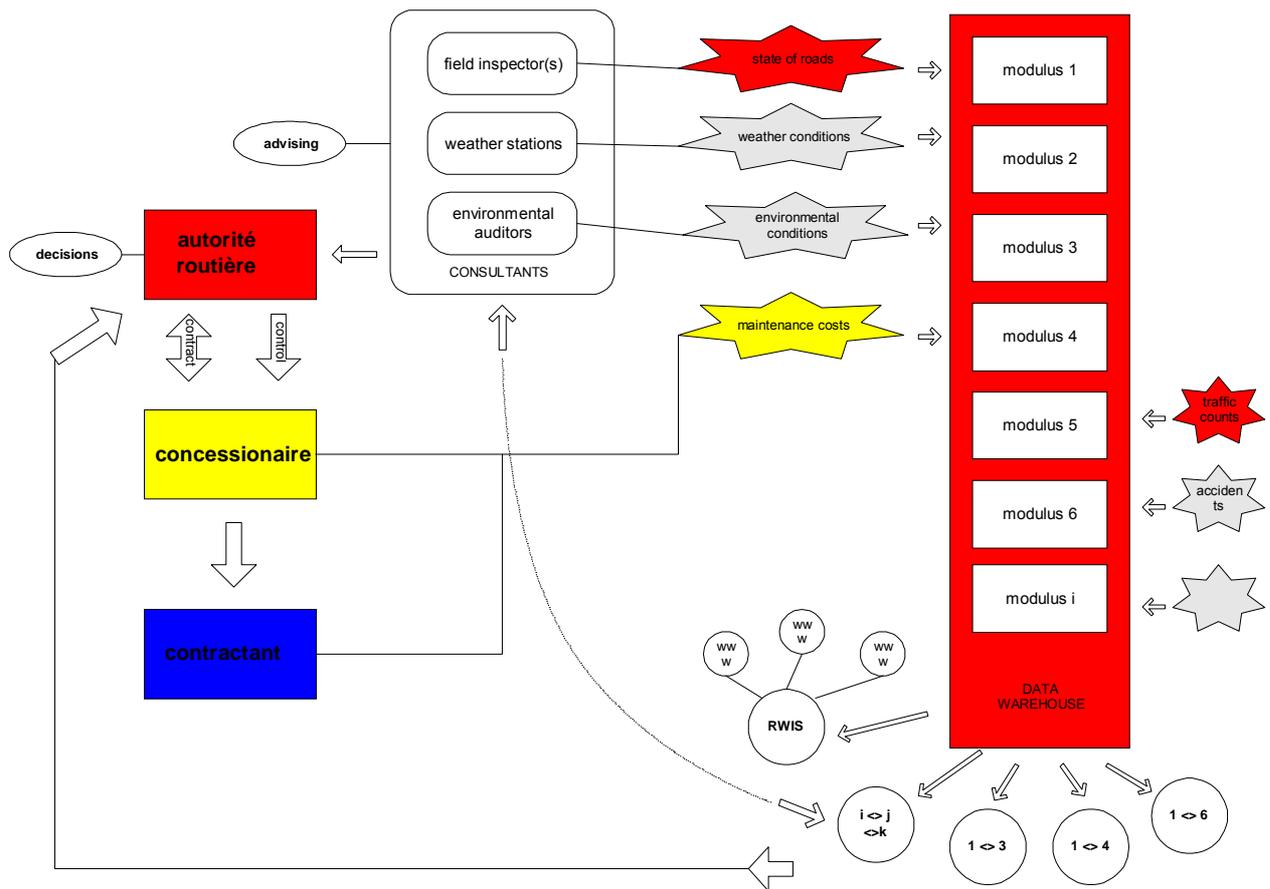


Figure 3.2. Nouveau schéma<sup>5</sup> organisationnel (concessionnaire) possible de l'entretien des routes nationales. Il est décrit dans le texte. RWIS signifie Système d'information météorologique routière.

Dans la partie gauche de la Figure 3.2, les trois principaux organes du schéma organisationnel de l'entretien des routes (ER) sont dans les cases colorées: l'autorité routière dans la case rouge, les concessionnaires dans la case jaune et les contractants dans la case bleue. Les différents experts qui seront engagés par l'autorité routière sont appelés les conseillers. Les trois types de conseillers, à savoir les inspecteurs de site, le service météorologique et les contrôleurs environnementaux sont inscrits dans le cadre. Dans la partie droite de la Figure 3.2, les données provenant de différentes parties concernées impliquées ou indépendantes sont collectées sous la forme de modules de la base de données. Les nombreuses analyses des données collectées par les modules de données énumérés dans le schéma suscitée doivent être exécutées sans délai afin d'établir de solides éléments de base pour la dérivation des conditions contractuelles, Ultérieurement, des analyses qui assisteront l'autorité routière dans ses prises de décision (informées) devraient être exécutées à des intervalles de temps raisonnables.

Cet article se limitera à traiter de l'évaluation des données météorologiques (climatiques) ou des phénomènes s'y rapportant. Nous décrivons une méthode possible d'analyse des données météorologiques disponibles, ainsi que son impact sur le partage des risques à spécifier dans le contrat. Nous examinerons en particulier les phénomènes liés aux conditions atmosphériques hivernales à quelques points le long des corridors V et X du Réseau TransEuropéen (RTE).

Nous sommes convaincus que le schéma d'entretien des routes décrit ci-dessus constituerait un pas en avant dans la mise en oeuvre des objectifs clés de l'entretien hivernal (EH), qui sont la sécurité de la circulation, la perméabilité de la circulation, l'entretien du niveau de service requis pour différentes catégories de routes, et la minimisation de l'impact environnemental.

<sup>5</sup> Ce schéma s'inspire d'un travail non encore publié par OMEGAconsult, Ltd.

### 3.3 Frais d'entretien hivernal par unité de longueur de route

Lorsque l'institution gestionnaire se met à négotier avec les concessionnaires, elle doit au moins connaître approximativement les limites supérieure et inférieure des frais d'entretien attendus. Le premier montant approximatif se baserait sur les frais de l'entretien courant où les frais totaux du réseau routier seraient réparti entre les concessionnaires individuels en fonction de la part de routes que chacun des concessionnaires est tenu d'entretenir. Le second montant approximatif tiendrait compte du fait que les frais d'entretien diffèrent de route à route en fonction de la zone climatique.

Un point important à exposer, c'est la nécessité de **grouper les segments de route en classes** dans le but d'assurer l'efficacité de l'entretien hivernal<sup>6</sup>. Les segments de route devraient être classés pour le moins selon les caractéristiques suivantes: caractéristiques du terrain et caractéristiques climatiques, renseignements sur la densité du trafic, catégorisation nationale des routes et caractéristiques techniques des routes (géométrie, pavements, etc.). Des critères additionnels pourraient intervenir à la base d'une analyse préliminaire.

On s'attend à ce que des estimations relativement bonnes des frais moyens de l'entretien hivernal par unité de longueur de segment de route classée seront calculées de cette manière. Après une période d'entretien hivernal dans le nouveau cadre organisationnel avec des données bien enregistrées, des améliorations apparaîtront pour chaque classification de segment de routes, ainsi que des meilleures estimations des frais d'EH par unité de longueur de routes classées.

### 3.4 L'EH dans le nouveau schéma d'entretien des routes: organisation et financement

Le schéma d'entretien nouvellement proposé est illustré à la Figure 3.2. Au plan de l'organisation, l'EH est inclus dans le système général d'entretien des routes. Le concessionnaire est le même pour l'entretien régulier et pour l'entretien hivernal. Si nécessaire, le concessionnaire peut engager un spécialiste (par exemple une société étrangère ou un contractant spécialiste d'un autre concessionnaire) si des circonstances exceptionnelles surviennent en hiver.

La différence importante que nous proposons ici, c'est le financement séparé de la partie EH. Les frais d'EH sont donc alloués séparément des frais d'entretien régulier. Une méthode possible de calcul des frais d'entretien hivernal et de partage des risques est exposée au Chapitre 5.

Nous supposons que le financement privé et/ou les prêts privés pour l'entretien des routes pourrait s'intéresser davantage à certaines routes (par ex. les corridors du RTE) sachant l'importance de leur perméabilité continue également aux conditions hivernales spécifiques. C'est pourquoi les concessionnaires qui entretiennent les parties slovènes de deux des corridors du RTE peuvent s'attendre à obtenir des prêts étrangers additionnels (à bas intérêt) pour être en mesure d'assurer le niveau de service exigé en hiver.

## 4 Corridors V et X du Réseau TransEuropéen (RTE) et leurs points critiques

Les corridors V et X du RTE traversent la Slovénie approximativement du nord au sud et de l'est à l'ouest. Ils représentent deux importantes routes de transport européennes. Ces deux corridors sont représentés par les grosses lignes rouges de la Figure 4.1.

---

<sup>6</sup> La base de la procédure a été récemment mise au point chez OMEGAconsult, Ltd.

Tableau 2: Caractéristiques des points critiques

No.	Description	Segm routiers	pente raide	Risque d'amonc	Risque de vents
1	Mežakla	0003, 0603		+	+
2	Medvedjek	0220	+	+	
3	Trojane	0292, 0291	+		
4	Verd	0053, 0653	+		
5	Razdrto	0057, 0657		+	+
6	Gabrče	0059, 0069			+
7	Divača	0058, 0658			+
8	Sežana	0068, 0668			+

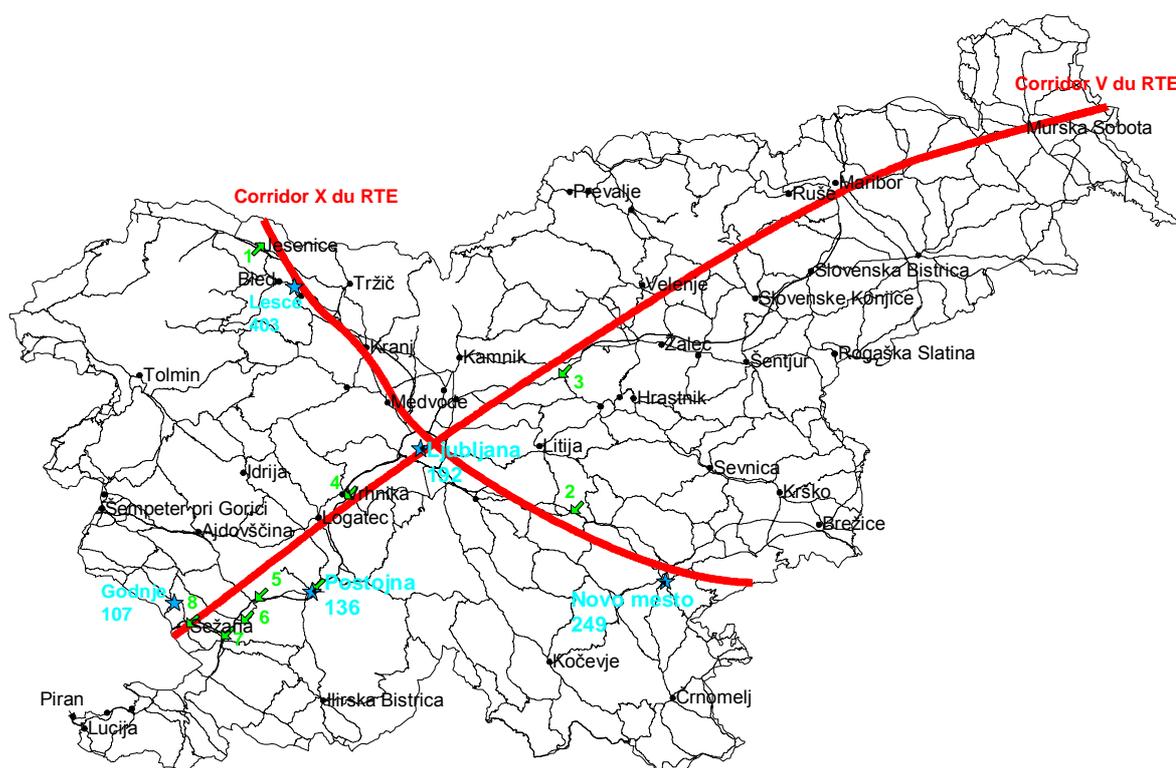


Figure 4.1. Les corridors V et X du Réseau Transeuropéen avec quelques points critiques sur leur parcours (flèches vertes portant des chiffres) et les cinq stations météorologiques (étoiles bleues portant les noms et les chiffres des stations)

Nous avons identifié quelques points critiques qui les longent<sup>7</sup>. Ces points critiques sont indiqués par les flèches vertes de la Figure 4.1 et ils portent des chiffres<sup>8</sup>. A ces points, il serait typique de rencontrer un sous-groupe des conditions ci-après: circulation dense, route en pente (raide), grande quantité de neige (amoncellement possible), risque de glace et vents puissants.

Les routes sous corridors prises en considération ici sont les autoroutes ou les routes du niveau supérieur suivant s'il n'y existe pas encore d'autoroute. La première des observations précitées, à savoir une circulation relativement dense, est déjà une conséquence de cette sélection<sup>9</sup> et elle n'est incluse dans la liste ci-dessus que pour des raisons de perfection, alors que les quatre autres

<sup>7</sup> Une analyse plus détaillée révélerait d'autres points similaires, et les classerait entre eux, par ex.

<sup>8</sup> Au besoin, nous évoquerons chacun des points critiques par ces chiffres.

<sup>9</sup> Nous avons choisi intentionnellement des routes à circulation dense parce qu'il est évident qu'elles sont extrêmement importantes pour le pays, comme également pour l'Europe dans ce cas puisque nous considérons les corridors TEN.

conditions ont trait aux caractéristiques du terrain ou des conditions atmosphériques (climatiques). Ultérieurement, nous traiterons des conditions climatiques aux points critiques.

Le Tableau 2 énumère et décrit tous les points critiques illustrés à la Figure 4.1. Les caractéristiques du paysage et des conditions atmosphériques susceptibles de représenter des risques en ces points sont marqués d'une croix à chaque domaine du tableau, s'il y a lieu.

## 5 Variables météorologiques clés et méthode possible pour des estimations de frais fixes et variables pour l'EH

Les variables météorologiques clés à bien analyser avant la fixation du contrat afin d'obtenir des estimations de frais typiques sont les suivantes:

- chute de neige saisonnière<sup>10</sup>
- températures (moyennes, minimales, maximales) saisonnières
- nombre de jours de chute de neige par saison
- nombre de jours de couverture de neige par saison
- précipitations saisonnières
- profondeur de la couverture de neige
- vitesse du vent.

Par saison (hivernale) nous entendons l'intervalle de temps qui comprend décembre, janvier et février.

La sélection des variables se base sur les expériences, les discussions avec les météorologues et la littérature, par ex. [1]. Dans le présent article, la chute de neige saisonnière sera analysée pour la dernière période météorologique de référence, à savoir les saisons 1961/1962 à 1990/1991. Ci-après suivra l'analyse des données [9] pour cinq stations météorologiques<sup>11</sup>. Les cinq stations sélectionnées sont les stations météorologiques existantes les plus proches des deux corridors du RTE. L'emplacement des stations est indiqué à la Figure 4.1 (les noms des stations sont écrits en bleu).

La valeur moyenne de long terme de n'importe quelle des variables<sup>12</sup> précédemment citées est un paramètre clé dans les estimations de frais fixes. La distribution de la variable autour de la valeur moyenne est à prendre en considération dans l'intérêt des estimations des frais variables. De même, l'étendue des phénomènes extrêmes et leur fréquence (période de retour) concourent à l'augmentation des frais variables. La distribution des risques afférents est une question de négociation dans lesquelles l'institution gestionnaire devra toujours être consciente de sa responsabilité envers les contribuables.

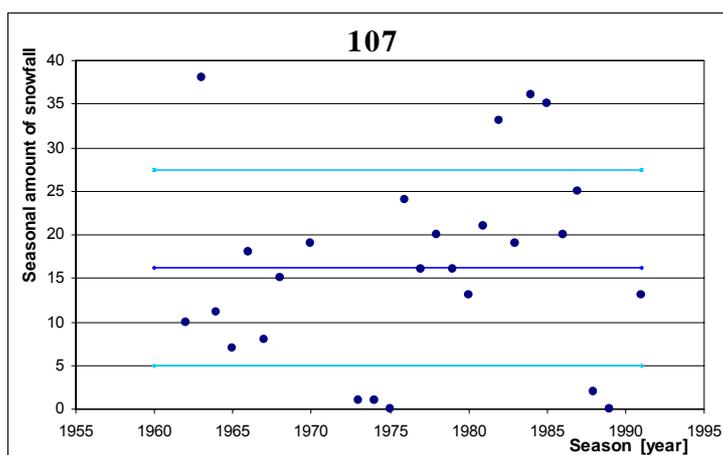
Dans la Figure 5.1<sup>13</sup>, la quantité de chute de neige saisonnière à la station météorologique No. 107 (Godnje) est dessinée comme une courbe où la saison est marquée par l'année de manière que l'année  $i$  comprend janvier et février de l'année  $i+1$ , et décembre de l'année  $i$ . La ligne bleue de la Figure 5.1 représente la chute de neige saisonnière moyenne, alors que les lignes bleu clair au-dessus et au-dessous d'elle représentent des valeurs  $\pm$  (1 écart standard). La chute de neige saisonnière moyenne est de 16 cm, alors que son écart standard est de 11 cm. En 30 ans, on a enregistré 5 saisons presque sans neige et 4 saisons avec au moins le double de la chute de neige moyenne. Cela signifie qu'environ tous les 7 ans, nous pouvons nous attendre à un hiver extrême pour lequel les nouveaux frais de déneigement seraient environ deux fois plus élevés que d'ordinaire. De même, environ tous les 7 ans, nous pouvons nous attendre à un hiver presque sans neige. Cette période de temps (7 ans) est trois fois plus courte que la période de concession proposée (20 ans, [5]), ce qui semble acceptable.

<sup>10</sup> Il se peut qu'un intervalle de temps plus court, un mois ou même une période plus courte, s'avère plus approprié.

<sup>11</sup> Les stations météorologiques actuelles ne sont pas des stations météorologiques routières, mais les stations météorologiques nationales (de l'Agence pour l'Environnement). Pour l'avenir, et en particulier si le Ministère du transport décide d'instituer un Système d'information météorologique routière, on pourrait considérer l'option de mise en place de nouvelles stations météorologiques sur le territoire national. Celles-ci seraient la propriété du Ministère du transport ou de son contractant spécialiste, mais leurs service et entretien seraient assurés par une institution météorologique. Toutes les stations météorologiques serviraient de sources d'information pour une base centrale de données météorologiques routières qui pourrait aussi servir de base à l'éventuel Système d'information météorologique routière slovène.

<sup>12</sup> ou d'une combinaison appropriée de ces variables

<sup>13</sup> La méthode d'analyse ci-après et les résultats présentés émanent du travail de recherche préliminaire d'OMEGAconsult, Ltd.



**Figure 5.1. Quantité saisonnière de chute de neige pour la station météorologique No. 107**

Les résultats de l'analyse présentée ci-dessus pour les données de chute de neige saisonnières de toutes les 5 stations météorologiques sont recueillies dans le Tableau 3. Pour chaque paquet de données, la chute de neige saisonnière moyenne et son écart standard sont exprimés en centimètres. Les colonnes restantes à droite sont consécutivement le nombre de phénomènes extrêmes supérieurs, la période de retour de phénomène extrême supérieur, le nombre de phénomènes extrêmes inférieurs et le nombre de points de données manquantes sur la période de 30 ans.

Ici, nous ne tenons compte que des données de quelques seules stations météorologiques. Dans la pratique, il sera fait usage des chartes élaborées par les météorologues, indiquant les contours qui délimitent les classes de chute de neige saisonnière moyenne. Le territoire de chaque concessionnaire sera subdivisé, par ces contours, en plusieurs classes<sup>14</sup> de chute de neige saisonnière moyenne. Pour chaque classe de chute de neige, la longueur totale des routes nationales sera mesurée et classée selon leur importance<sup>15</sup>. Sachant quelle est la chute de neige saisonnière moyenne et quel est le prix unitaire du déneigement (par ex. déneigement d'une couche de neige de 10 cm par m<sup>2</sup>), on peut calculer le montant d'argent moyen prévisionnel qui servira au déneigement d'un certain segment de route.

**Tableau 3: Analyse de la chute de neige saisonnière pour cinq stations météorologiques**

Station No.	Nom	Chute de saisonn. moyenne [cm]	Av. seas. snowfall standard dev. [cm]	No. of upper extreme events	Approx. average's multiple of upper extr. events	Extreme return period [years]	No. of lower extreme events	No. of missing datapoints
107	Godnje	16	11	4	2	7,5	5	4
136	Postojna	63	39	4	2	7,5	4	0
192	Ljubljana	78	47	3	2	10	5	0
249	Novo mesto	88	52	5	2	6	5	0
403	Lesce	95	60	4	1,5	7,5	5	18

Dans le contrat entre l'institution gestionnaire et le concessionnaire, les frais annuels prévisionnels (fixes) du déneigement seront spécifiés en se basant sur les valeurs moyennes obtenues comme décrit ci-dessus. Selon les statistiques, les petites variations pour les années entre valeurs  $\pm$  (1 écart standard) s'effaceront mutuellement. Le partage des risques intervient lorsque nous voulons inclure les situations extrêmes. Les extrêmes inférieurs sont évidemment avantageux pour les concessionnaires parce que le montant annuel de l'argent du déneigement sera un bénéfice pour eux, alors que les extrêmes supérieurs représentent un souci tant pour les concessionnaires que pour l'institution gestionnaire. Les concessionnaires peuvent avoir des problèmes financiers s'ils prennent

<sup>14</sup> Voir également le Chapitre 3.3.

<sup>15</sup> En fonction de la catégorisation des routes de Slovénie et du niveau de service approprié exigé.

sur soi l'ensemble des risques. D'autre part, l'institution gestionnaire n'oserait pas transférer l'ensemble des risques aux concessionnaires car le transport sur tout le territoire doit être possible même pendant un hiver extrême. Le problème des *frais variables et du partage des risques* pourrait être résolu comme ci-après. Le concessionnaire souscrit une assurance pour les cas d'hiver extrême. Le revenu non dépensé, gagné pendant les hivers extrêmes inférieurs, peuvent représenter une bonne partie des frais d'assurance.

De plus, le contrat doit stipuler que le partage des risques proposé s'applique uniquement aux hivers extrêmes à chute de neige qui n'est pas supérieure au double de la chute de neige moyenne. Les hivers extrêmement rudes<sup>16</sup> qui surviennent peut-être une fois tous les cent ans ne sont pas pris en compte ici. Il sera nécessaire de stipuler dans le contrat que de tel phénomènes sont considérés comme des sinistres élémentaires.

A la fin de ce chapitre, nous devons ajouter que l'analyse présentée est une analyse simplifiée puisque le seul paramètre considéré était la neige saisonnière. Par exemple, aucun renseignement sur la fréquence de la survenue des chutes de neige par saison n'a été inclus. Et pour terminer, une seule considération des différents phénomènes météorologiques hivernaux peut être décrite sous la forme d'un *index hivernal* ([2]).

## **6 Estimations des temps d'encombrement et des frais y afférents pour quelques points critiques le long des corridors V et X du Réseau TransEuropéen (RTE)**

Ce chapitre traite des situations extrêmes aux points critiques le long des deux corridors du RTE. Une méthode possible de dérivation des temps d'encombrement et d'estimation des frais liés à l'encombrement est décrite dans la première partie. La deuxième partie du chapitre traite des possibilités ultérieures de description des points critiques, en particulier la possibilité de faire la distinction pour les accidents de la route liés au temps hivernal.

### **6.1 Situation extrême (temps hivernal) à un point critique**

La transportabilité des deux corridors est très importante tant pour la Slovénie que pour l'Europe. En cas d'encombrement provoqué par le temps hivernal, on s'attendrait à ce que les frais suscités soient élevés puisque le déneigement d'un grand amoncellement de neige peuvent prendre des heures. De nombreux véhicules doivent attendre le déneigement sur une route à trafic de poids lourds. Dans cette section, vous trouverez une description de l'estimation possible des frais liés à l'encombrement.

Supposez qu'une situation extrême survienne au point critique. Que ce phénomène extrême soit par ex. une abondante chute de neige. Il s'ensuit que la circulation est ralentie et dans le pire des cas, elle s'arrête. Imaginez la situation où les véhicules du personnel pourraient encore se déplacer lentement (par ex. à mi-vitesse normale) si les véhicules lourds étaient évacués de la route. Les véhicules lourds peuvent être exclus en les invitant à se garer dans l'aire d'évitement<sup>17</sup> la plus proche possible le long du segment de route. La longueur du segment de route est connu, ainsi que le nombre d'aires d'évitement par kilomètre de route. Supposez qu'au moment où le phénomène extrême survient, un certain nombre de véhicules dont le taux de véhicules lourds est connu s'engagent dans ce segment de route sur une période d'une heure. Supposez en plus que chaque véhicule lourd s'écarte dans la première aire d'évitement vide longeant la route.

Les données référentielles ci-dessus permettent d'évaluer le temps qu'il faut pour qu'un segment de route<sup>18</sup> de 10 km de long avec 5 aires d'évitement par kilomètre soit encombré lorsque 100 poids lourds par heure s'engagent dans ce segment. Une simple formule linéaire<sup>19</sup> nous donnerait un temps d'encombrement d'une demi-heure.

---

<sup>16</sup> Selon une estimation grossière, il peut y avoir un hiver avec environ 5 mètres de chute de neige sur plusieurs jours consécutifs une ou deux fois env. tous les cent ans.

<sup>17</sup> A savoir un espace libre, plat et vaste, ayant au moins 20 m de long et de 8 m de large et longeant la route.

<sup>18</sup> A titre de comparaison, la longueur du Ve corridor du RTE est de 300 km env. et celle du Xe, env. la moitié.

<sup>19</sup> On admet que la circulation s'arrête dès qu'il n'y a plus d'aires d'évitement disponibles sur le segment de route.

En un deuxième temps, on peut évaluer les frais (socio-économiques) dûs à l'encombrement. Les variables à connaître sont la distribution temporelle et la structure des véhicules qui s'engagent sur le segment de route, ainsi que les frais de chaque heure d'attente pour les différentes catégories de véhicules. Les frais estimés doivent être additionnés et ajoutés aux autres frais liés au phénomène extrême, tels que les frais de déneigement, les frais des contournements (bypass), les frais des accidents y afférents, etc. La fréquence du phénomène extrême (conditions météorologiques extrêmes) doit aussi être prise en compte et être comparée aux frais requis pour la prévention ou le contournement (bypassing) du phénomène.

En disposant de données exactes, on peut examiner la situation à n'importe quel point critique comme décrit ci-dessus et on peut évaluer le montant total des frais socio-économiques liés aux phénomènes extrêmes du temps hivernal.

## **6.2 Solutions possibles en matière d'organisation et de flux financiers pour résoudre l'encombrement dû aux conditions météorologiques hivernales à un point critique**

Dans la section précédente, on a montré qu'un phénomène météorologique hivernal extrême à un point critique engendre des frais socio-économiques considérables. Dès que l'Etat en est conscient, ces frais supplémentaires devraient être pris en compte/prévus. Deux points de vue sont à considérer, le point de vue organisation et le point de vue financement.

### ORGANISATION

Actuellement, les compagnies des routes de Slovénie reçoivent annuellement une certaine somme d'argent du gouvernement. Si l'Etat leur demandait d'assurer un niveau de service élevé même en cas de survenue d'une situation hivernale extrême à un point critique, on peut supposer qu'elles répondraient en exigeant une somme annuelle majorée. Cet argent supplémentaire leur permettrait de se préparer à l'éventuelle situation extrême qui peut survenir ou pas.

Dans le nouveau système proposé, le seul souci de l'Etat est que les routes soient entretenues conformément aux contrats. Puisque les concessionnaires sont payés en fonction des résultats acquis (reflétés par le niveau de service respecté), il est de leur intérêt d'entretenir les routes au niveau de service convenu. Par conséquent, ils s'appliqueraient à se préparer à un éventuel phénomène hivernal extrême à un point critique (ils rechercheraient aussi eux-mêmes d'éventuelles solutions organisationnelles internes optimales, des allocations d'argent raisonnables, ainsi que la possibilité de collecter des ressources financières additionnelles).

### FINANCEMENT

Si les frais supplémentaires suscités sont à prévoir adéquatement dans le cadre du nouveau schéma organisationnel d'entretien des routes, les sources de financement sont, elles aussi, à prendre en considération. Pour prévoir les frais supplémentaires causés par des conditions hivernales extrêmes à un point critique, l'Etat (ou l'Etat en partenariat avec d'autres parties intégrées dans le schéma organisationnel d'entretien des routes) a quelques possibilités, à savoir:

- a) un budget national annuel majoré résultant de l'allocation de taxes ou (de préférence) de nouvelles taxes;
- b) des ressources supplémentaires d'origine mixte (taxes, contributions des poids lourds-usagers de la route).

Ici, il y a deux possibilités d'obtenir des ressources de la part des usagers de la route. Pour justifier cette idée, nous devons voir la structure des véhicules qui utilisent actuellement les routes existantes sous les deux corridors du Réseau TransEuropéen. Les données relatives à la circulation en 1999 [3] montrent que le nombre de véhicules lourds étrangers est presque le même que le nombre des véhicules lourds slovènes le long des deux corridors. Premièrement, les véhicules lourds (voir Chapitre 6.1) concourent largement à l'expansion de l'encombrement en cas de phénomène hivernal extrême. Deuxièmement, c'est l'époque des transports de cargaisons, ce qui est d'une importance extrême en cas d'encombrement. C'est pourquoi nous nous attendons à ce que les compagnies de transport de cargaisons s'intéresseront particulièrement à l'élimination des encombrements dans les meilleurs délais, ou à les éviter, si possible. Les véhicules lourds (de cargaisons) pourraient donc être assujettis à des taxes supplémentaires, et ce

- soit au niveau national (accord entre Etats: entre la Slovénie et les pays pour lesquels les corridors V et X du RTE sont plus importants),

- soit au niveau individuel (véhicule).

### 6.3 Caractéristiques des points critiques et nouveaux aspects

Les points critiques énumérés au Tableau 2 ont été sélectionnés à la base des connaissances des experts, mais il y a certainement d'autres points critiques le long des deux corridors, comme également sur le reste du réseau routier national. Les principaux critères qui nous ont guidé vers cette sélection ont été les données relatives au terrain et aux conditions météorologiques (climatiques).

Les données relatives aux accidents<sup>20</sup> sont un autre type de données qui peuvent affecter la sélection des points critiques et par conséquent, conduire à de plus exactes estimations de frais causés par l'encombrement. La question suivante se pose: *Y a-t-il des accidents dûs à l'hiver dans le voisinage de ces points critiques?* En d'autres termes: *Y a-t-il des accidents qui sont survenus en hiver et qui auraient pu être évités si la chaussée avait été traitée (entretenu) convenablement<sup>21</sup>?*

Cette question pourrait trouver une réponse dans une analyse parallèle minutieuse des données relatives aux accidents et aux conditions atmosphériques. Comme il ressort du long travail sur la sécurité de la circulation et les taux d'accidents ([7] et références citées), les accidents sont généralement plus nombreux en été qu'en hiver. On s'y attend d'ailleurs car il y a typiquement moins de trafic en hiver qu'en été. Toutefois, si nous définissons avec précision les conditions de la chaussée que nous exigeons pour une route de trafic lourd de catégorie élevée, et en déduisons un indice important, nous pouvons répondre à la question posée précédemment. Une analyse préliminaire<sup>22</sup> des segments de route proches des points critiques 1, 2 et 3 indique une réponse positive à la question précédemment posée. Si l'analyse ultérieure des données confirme ce résultat préliminaire, un point de vue important sera ajouté aux questions se rapportant à l'entretien hivernal.

Autres aspects de la définition des points critiques et la description de leurs caractéristiques peuvent être abordées dans un travail ultérieur sur ce domaine.

## 7 Conclusion

Un schéma organisationnel d'entretien des routes basé sur un système de concession a été proposé pour le Système d'entretien des routes de Slovaquie. L'entretien hivernal en ferait partie, mais son financement serait séparé. Les variables météorologiques (du temps) qui ont un effet important sur les frais fixes et les frais variables de l'entretien hivernal ont été décrites. Le calcul des éléments essentiels pour l'une des variables météorologiques, à savoir la chute de neige saisonnière, a été présenté, ainsi que la description d'une méthode de partage des frais fixes et des frais variables entre l'autorité routière et le concessionnaire. Seul les routes nationales longeant les corridors V et X du Réseau TransEuropéen ont notamment été prises en compte, et quelques points dits critiques situés sur leur parcours ont été identifiés. Une méthode possible d'estimation des frais socio-économiques en cas d'encombrement du trafic en temps hivernal a été décrite et une suggestion de résolution organisationnelle et financière est proposée pour y pallier. Finalement, les caractéristiques des points critiques sont ré-examinées et un point de vue additionnel, à savoir les accidents liés au temps hivernal, est pris brièvement en considération.

Nous pensons que les problèmes abordés ci-dessus et les méthodes proposées dans cet article constituent des questions importantes dans le processus d'élaboration du nouveau système d'entretien des routes de Slovaquie, en particulier la partie Entretien hivernal, et que d'autres pays pourraient aussi les trouver intéressants.

---

<sup>20</sup> C'est aussi un module de données de la base de données proposée à la Figure 3.2.

<sup>21</sup> Nous supposons ici que l'on considère une route (fortement sollicitée, de catégorie élevée), et que l'on s'attend donc à une chaussée propre et sèche.

<sup>22</sup> OMEGAconsult, Ltd.

## 8 Références

- [1] Improvement of Traffic Flows on TEN Corridors II and IV (TNREG 9703), Topic Study: Recommendations to Improve Winter Maintenance, November 2000
- [2] Measuring the Efficiency of Winter Maintenance Practices, R. Decker et al., Fifth International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, September 5-8, 2000, Roanoke, Virginia, USA
- [3] Promet 1999, (Traffic 1999, Annual AADT data for road segments in Slovenia) Ministry of Transport, DRSC, Ljubljana, 2000
- [4] Road accidents database, OMEGAconsult, Ltd., Ljubljana, 2000 (source of rough data: Ministry of Internal Affairs)
- [5] Slovenia Private Road Maintenance Project, strategy report, Finnra et al., 2001
- [6] Analysis of investments into different types of maintenance work on state roads from 1997 to 1999, DRSC, OMEGAconsult, d.o.o., Ljubljana, 2000
- [7] Traffic safety analysis for Slovenia, part II, DRSC, OMEGAconsult, d.o.o., Ljubljana, 2000
- [8] Modelling and evaluation of different types of regular (and winter) road maintenance systems, DRSC, OMEGAconsult, d.o.o., Ljubljana, 2000
- [9] Seasonal snowfall data for the reference period 1996/91 to 1990/91, OMEGAconsult, Ltd., Ljubljana, 2001 (source of rough data: Ministry of Environment – Environmental Agency)