

ETABLISSEMENT D'UN INDICE HIVERNAL PAR L'INTERMEDIAIRE DES CAPTEURS RWIS ET DE LA METHODE MESAN: UN SYSTEME OPERATIONNEL D'ANALYSE A MOYENNE ECHELLE

Jan ÖLANDER, Suède
Responsable des stratégies et de la planification - Entretien hivernal, Service Exploitation
Administration nationale suédoise des Routes (SNRA)
S-781 87 Borlänge, Sweden
Tél. +46 243 752 23/Fax +46 243 754 20
E-mail: jan.olander@vv.se

1. Résumé.

Il est aujourd'hui très important pour les administrations responsables des réseaux routiers de connaître avec précision les coûts et les consommations de matériaux tels que produits chimiques et abrasifs. Dans le contexte de l'entretien hivernal, il peut être difficile de comparer les chiffres d'une année à l'autre en raison des différences annuelles au niveau de la quantité de neige et de glace. Pour résoudre ce problème, l'Administration nationale suédoise des Routes (SNRA) a donc mis au point un outil d'évaluation sous forme d'un indice hivernal.

Cet indice hivernal est basé sur les données collectées par l'intermédiaire des 681 stations RWIS équipant le réseau routier et celles fournies par l'Institut météorologique et hydrologique suédois (SMHI). Basiquement, nous collectons les données relatives au revêtement de surface des routes (température de l'air et du revêtement, humidité, vent et type de précipitations) par l'intermédiaire des capteurs RWIS ainsi que le volume de précipitations communiqué par SMHI. Les données RWIS sont recueillies toutes les demi-heures et les données SMHI toutes les trois heures. Pour calculer le volume de précipitations, le SMHI utilise comme modèle un système opérationnel d'analyse à moyenne échelle, Mesan. Pour l'utilisation de ce modèle, la Suède est divisée en un quadrillage dont les mailles mesurent 22 x 22 km et où les calculs sont effectués individuellement pour chacune de ces mailles.

Les résultats de ces calculs permettent d'évaluer les risques de verglas, de chutes de neige ou de formation de congères. A titre d'exemple, nous pouvons prévoir des mesures de prévention du verglas sur un laps de temps de 5 heures. Si le réseau RWIS indique que le risque de verglas demeure au-delà de 6 heures, deux situations de verglas sont alors enregistrées. Les mêmes principes s'appliquent aux chutes de neige et à la formation de congères. Le système peut détecter 4 types de situations de verglas: du givrage léger jusqu'à la pluie verglaçante, et 3 types de chutes de neige: de faibles à abondantes, ainsi que les risques de formation de congères.

Dans le calcul final, nous entrons le volume de matériaux utilisés et le montant des dépenses engagées, ce qui nous fournit une bonne base de comparaison en ce qui concerne par exemple la consommation de sel d'une année à l'autre. Lors du calcul de l'indice de consommation de sel dans ce modèle, nous utilisons le kilométrage de routes traitées, le niveau de salage et nos propres directives dans ce domaine. Si le sous-traitant concerné (ou les services départementaux, régionaux ou nationaux) ont utilisé la quantité de sel optimale, l'indice de consommation de sel sera de 1,0.

Ce système est également un outil pour le suivi des coûts.

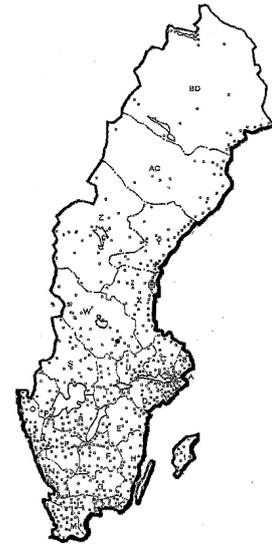
2. Contexte

Dans le cadre du suivi de l'entretien des routes en hiver, un important paramètre est la comparaison entre l'hiver concerné et les années précédentes, afin de pouvoir également comparer les coûts et la consommation de matériaux d'un hiver à l'autre. Jusqu'alors nous nous intéressions à la consommation de sel et aux coûts de salage en termes de tonnes et de SEK, respectivement, par kilomètre. Le fait que ces paramètres varient selon les hivers est une évidence connue, mais il était par contre jusque-là difficile de déterminer les raisons de ces variations. En Suède, nous utilisons les

statistiques du SMHI, mais celles-ci étaient basées sur des mesures atmosphériques, qui n'étaient donc pas en relation directe avec la climatologie spécifique aux routes. Parmi les paramètres types que permet d'obtenir ce type de suivi figure par exemple le nombre de jours avec chutes de neige ou formation prévisible de givre.

La SNRA dispose de 681 stations VViS réparties sur l'ensemble du territoire, aussi l'une des premières idées fut-elle d'utiliser les données historiques fournies par ces stations, dont on estimait qu'elles avaient une double utilité. D'abord, ce sont ces données VViS qui déterminent la mise en œuvre des mesures d'entretien nécessaires, ce qui fait que les paramètres de production et de suivi sont en parfaite correspondance, et ensuite ces données étant la propriété de la SNRA, leur exploitation n'entraîne aucun coût supplémentaire.

Pour ce qui est de la SNRA, nous désirons disposer de paramètres qui donnent un aperçu des situations où des opérations de déneigement ou de neutralisation du verglas sont à prévoir. C'est pourquoi nous avons élaboré des normes de suivi dans ce sens. Le nouvel indice hivernal peut être utilisé pour le suivi de la consommation de sel et des coûts correspondants, en même temps que comme base de rémunération des entreprises assurant l'entretien des routes. Le mode de rémunération des exécutants est décrit dans la communication N° 22, "Situations météorologiques et modèle de rémunération pour l'entretien des routes" dans le cadre du sujet #1, qui décrit également de manière détaillée le mode de calcul de l'indice hivernal.



3. L'indice hivernal: bases et théories

Comme précédemment mentionné, nous souhaitons un indice qui reflète les conditions réelles, c'est-à-dire qui soit en liaison avec les mesures effectivement prises. C'est pourquoi chaque situation météorologique susceptible de motiver une intervention au niveau de l'entretien des routes a été divisée en périodes distinctes. Ces situations sont, par ordre d'importance, la formation de congères, les chutes de neige et le risque de verglas (givrage). Autrement dit, le système commence par rechercher s'il s'est formé des congères, puis, dans la négative, s'il a neigé, et si aucune de ces situations ne s'est produite, s'il y a eu formation de verglas.

Les congères sont divisées en quatre catégories (d = épaisseur de neige en cm)

$$0,0 \leq d \leq 0,3$$

$$0,3 < d \leq 1,0$$

$$1,0 < d \leq 2,5$$

$$2,5 < d.$$

Par ailleurs, on évalue la durée de l'intervention à 4 heures, ce qui signifie que si la durée de la formation de congères est comprise entre 0,5 et 4 heures, cela constitue une situation de formation de congères. Entre 4 et 8 heures on a deux situations, entre 8 et 12 heures 3 situations, etc.

Les chutes de neige sont pour leur part divisées en trois catégories (d = épaisseur de neige en cm)

$$0,3 < d \leq 1,0$$

$$1,0 < d \leq 2,5$$

$$2,5 < d.$$

Ici également, la durée de l'intervention est évaluée à 4 heures, et le mode de calcul du nombre de situations est le même que pour les congères.

Les situations de verglas, enfin, sont divisées en quatre catégories.

Surface glissante due à la pluie ou la neige fondue sur une chaussée froide (HN).

Surface glissante due à la formation de glace sur une chaussée humide ou mouillée (HT).

Surface glissante due à un léger givrage (HR1).

Surface glissante due à un important givrage (HR2).

La durée de l'intervention pour chaque situation est évaluée entre 3 et 6 heures selon le type de verglas et la saison.

4. Evaluation des situations de chute de neige.

La raison pour laquelle les chutes de neige sont divisées en périodes de 4 heures est que les normes que nous appliquons spécifient différentes durées d'intervention selon le type de route (catégories standard), de sorte que 4 heures est un laps de temps considéré comme une valeur moyenne pertinente. La répartition entre différentes épaisseurs de neige suit également la même classification que prévue par les normes.

A titre d'exemple, nous mentionnerons que la catégorie $0,3 < d \leq 1,0$ correspond à une chute de neige motivant uniquement l'épandage de sel pour faire fondre la neige au sol, tandis que la catégorie $2,5 < d$ rend nécessaire un déneigement mécanique sur les routes à faible circulation. .

5. Evaluation des situations de verglas

Les situations de verglas sont celles dans lesquelles le système VViS prévoit un risque théorique de formation de verglas. Il en découle que les paramètres mesurés sont en liaison directe avec la climatologie spécifique aux routes et non pas avec les mesures atmosphériques qui sont la formule habituelle.

6. Compte rendu des situations météorologiques

Le compte rendu des situations météorologiques peut prendre la forme de tableaux ou de diagrammes, concernant soit l'ensemble de la Suède soit un certain secteur d'entretien ou un certain district d'exploitation. Les diagrammes ci-après donnent des exemples de situations météorologiques relevées en Suède au cours des hivers 1996/97 à 2000/2001.

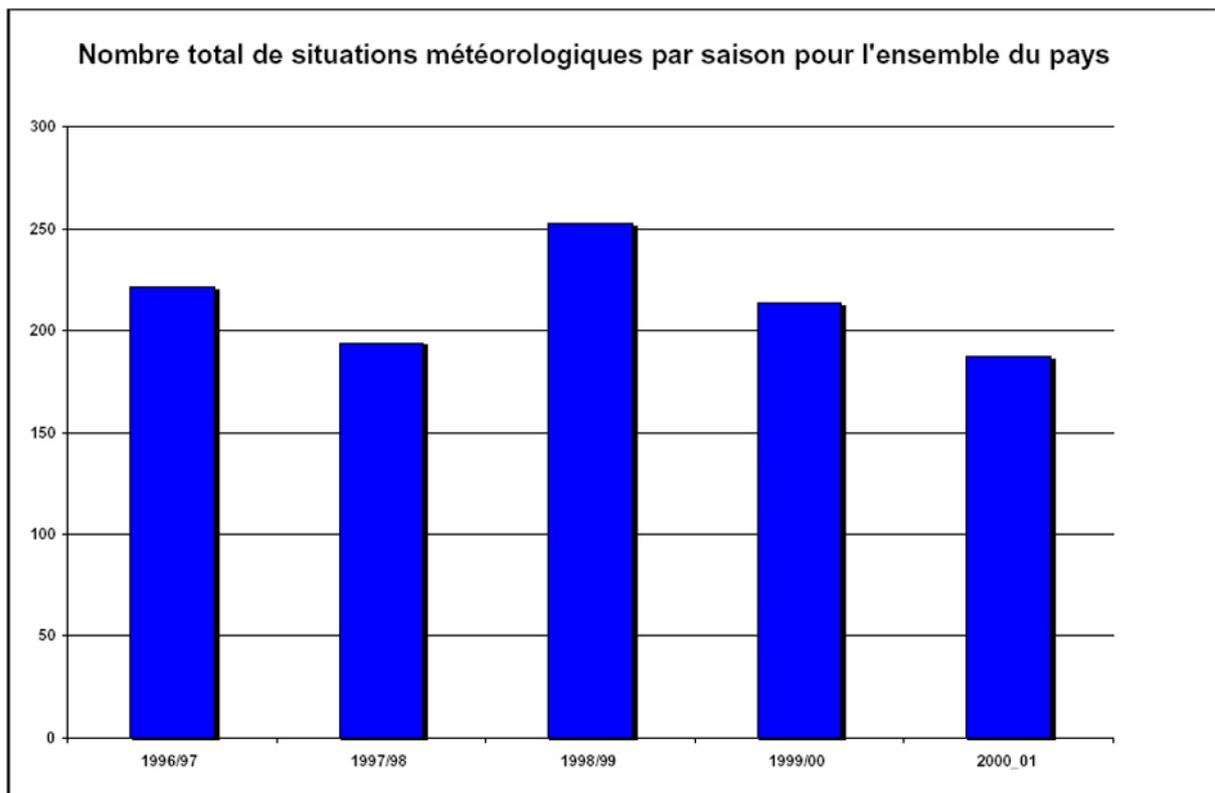


Diagramme 1, Nombre total de situations météorologiques par saison pour l'ensemble du pays

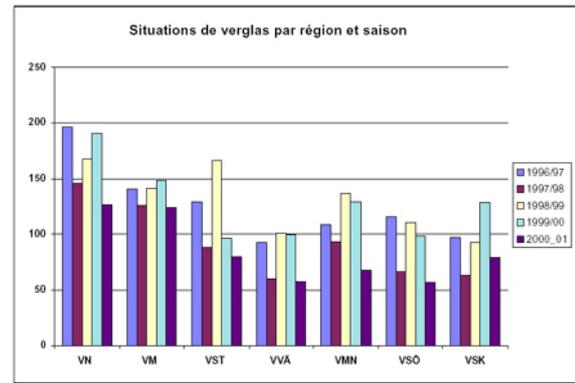
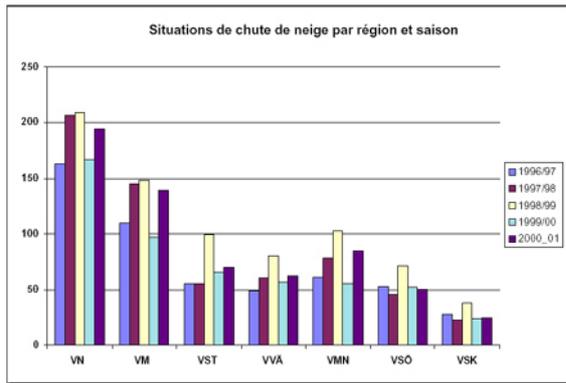


Diagramme 2, Situations de chute de neige par région et saison Diagramme 3, Situations de verglas par région et saison

7. Compte rendu de l'indice de consommation de sel

L'indice de consommation de sel est calculé sur la base des données météorologiques ci-dessus, compte tenu du kilométrage à traiter et des quantités recommandées en fonction de chaque situation météorologique. Les quantités de sel utilisées dans le modèle de calcul sont basées sur les directives de la SNRA pour la neutralisation du verglas, qui sont un document officiel décrivant différentes méthodes de salage et spécifiant différentes quantités de sel en fonction des conditions régnantes. Mentionnons à titre d'exemple qu'en cas de léger verglas (HR1) il convient d'utiliser une solution de saumure. Dans les autres situations, il est autorisé d'humidifier le sel. Le tableau ci-dessous indique les quantités de sel recommandées en grammes par mètre de route à deux voies dans différentes situations météorologiques

Tableau 1. Quantités de sel recommandées en grammes par mètre de route à 2 voies dans différentes situations

| Type de verglas | | | | Chute de neige épaisseur de neige (cm) | | |
|-----------------|-----|----|----|---|--------------------|----------------|
| HR1 | HR2 | HT | HN | SNOW1 0,31-1,00 | SNOW2 1,01-2,50 | SNOW3 2,51- |
| 24 | 36 | 48 | 60 | 36 | 90 | 120 |

météorologiques.

Sur ces bases, le calcul de l'indice de consommation de sel s'effectue comme suit:

⇒ consommation de sel pendant la période s'appliquant à la zone concernée.

⇒ nombre de kilomètres traités. Pour les autoroutes et les routes à 4 voies, les deux sens de circulation sont pris en compte.

⇒ nombre de situations HR1, HR2, HT, HN, de chute de neige et de formation de congères selon le tableau ci-dessous pour la zone concernée.

$$\text{Indice de consommation de sel} = \left(\frac{\left(\frac{\sum \text{Consommation de sel, kg}}{\sum \text{kilométrage traité}} \right)}{(\text{HR1} * 24) + (\text{HR2} * 36) + (\text{HT} * 48) + (\text{HN} * 60) + (\text{SNOW1} * 36) + (\text{SNOW2} * 90) + (\text{SNOW3} * 120)} \right)$$

Le compte rendu de l'indice de consommation de sel peut prendre la forme de tableaux ou de diagrammes, concernant soit l'ensemble de la Suède soit un certain secteur d'entretien ou un certain district d'exploitation. Les diagrammes ci-après donnent des exemples de situations météorologiques relevées en Suède au cours des hivers 1996/97 à 2000/2001.

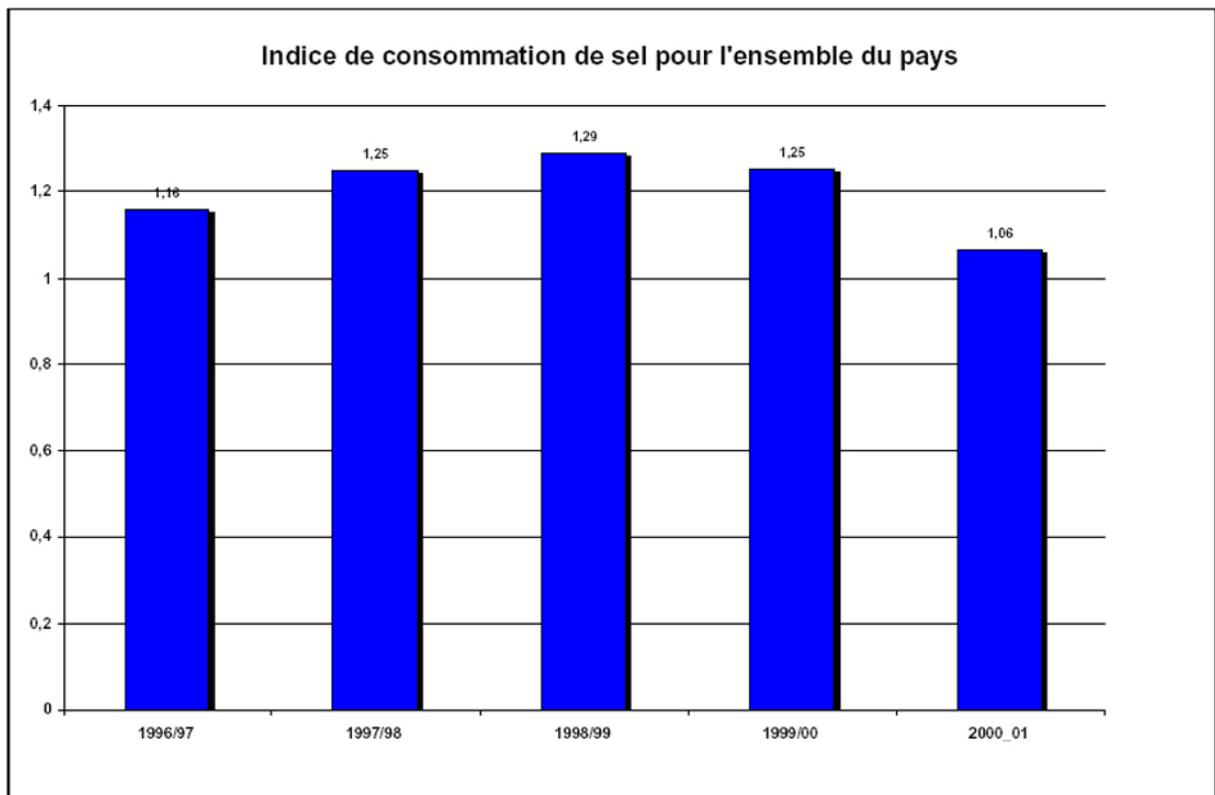


Diagramme 4. Indice de consommation de sel pour l'ensemble du pays

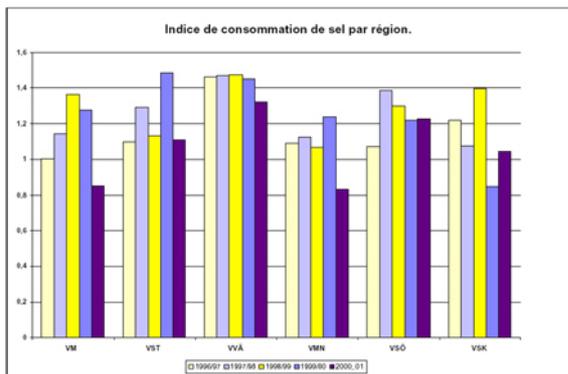


Diagramme 5. Indice de consommation de sel par région.

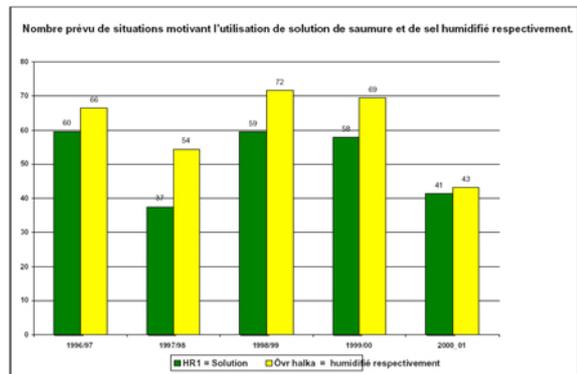


Diagramme 6. Nombre prévu de situations motivant l'utilisation de solution de saumure et de sel humidifié respectivement.

Le diagramme 6 désire montrer qu'il est vraisemblablement aussi possible de contrôler si l'exécutant a suivi les recommandations quant à l'utilisation de différentes méthodes selon les conditions rencontrées. En équipant un nombre croissant de véhicules de salage d'un système de localisation par satellites (GPS) indiquant également les quantités de sel et les méthodes utilisées, le suivi devrait pouvoir être automatisé.

8. Perspectives d'avenir

Lors de l'hiver prochain, 2001 – 2002, nous continuerons à vérifier si nous avons utilisé les paramètres d'évaluation corrects. Une part d'incertitude demeure en effet en ce qui concerne les données utilisées dans les directives de la SNRA pour la neutralisation du verglas.

Nous avons d'autre part l'intention de développer un système similaire pour le suivi des coûts d'entretien des routes hivernales. Actuellement, cet entretien est effectué à 100% en libre concurrence et l'Administration nationale suédoise des Routes ne dispose en propre d'aucun matériel de déneigement

ou de salage. Il devrait donc être d'autant plus important de suivre l'évolution sur ce plan dans le secteur économique.

Compte tenu des impératifs actuels en matière de préservation de l'environnement et d'entretien rationnel des routes, il est essentiel d'avoir des outils de suivi qui nous permettent de savoir si nous faisons mieux ou moins bien. Cela est important pour garantir une évolution durable (ce n'est pas seulement en Suède que l'utilisation de sel sur les routes est remise en question) et prouver à nos commettants, c'est-à-dire les pouvoirs publics et les usagers, que nous travaillons sérieusement sur ces problèmes.