

ECHANGE TECHNIQUE DANS LA PERIPHERIE NORDIQUE EUROPEENNE POUR IDENTIFIER LES MEILLEURES PRATIQUES DANS L'ENTRETIEN D'HIVER

Tapani Pöyry

Finnra, région de Laponie

B.P. 194, FIN-96101 Rovaniemi, Finlande

Tél. +358 204 22 3400 / Fax +358 204 22 3540

E-mail: tapani.poyry@tiehallinto.fi

Résumé

- Cette exposé présente en bref quelques résultats d'une étude comparative des pratiques actuelles d'entretien d'hiver effectuée par cinq autorités routières régionales de l'Europe du Nord: la région de la Laponie en Finlande, la région Nord de la Suède, la province de Troms en Norvège, le conseil des Highlands (Highlands Council) en Ecosse et l'Administration routière publique d'Islande. Les opérations et les considérations étudiées et présentées ici comprennent la conception routière et les installations complémentaires dans la perspective de l'entretien d'hiver; les techniques et les normes de déneigement; les méthodes et les normes de contrôle de la friction; la collecte des informations sur les conditions météorologiques et routières; la communication au public; et les opérations spéciales dans les dures conditions hivernales. Les pratiques de chaque région sont comparées compte tenu des différences locales de climat, de terrain et de politique nationale.

Introduction

En 1998, les organes régionaux de l'administration routière de la région de la Laponie (Finlande), de la région Nord (Suède), de la province de Troms (Norvège) et le Conseil des Highlands (Highlands Council), service des routes et des transports (Roads & Transport Service) (Ecosse) ont lancé une collaboration technique transnationale pour l'échange d'expériences dans le but à long terme de mettre au point des solutions pour quelques-uns des problèmes de gestion communs aux régions. L'Administration routière publique d'Islande s'est jointe au projet pilote "Roadex", sous-projet B sur les questions d'entretien d'hiver.

Chacun des quatre partenaires du projet est responsable d'un réseau relativement étendu de routes publiques situé dans une région de population clairsemée. La superficie totale des quatre districts routiers est plus grande que la superficie terrestre d'Allemagne, mais la population de cette zone n'est que de 1,4 million d'habitants. Les routes ayant un faible volume de circulation, de moins de 1000 AADT (Annuel Average Daily Traffic - Trafic journalier moyen annuel) , comptent pour 73 - 90% des réseaux routiers publics de chaque région. La circulation est généralement une circulation à longue distance avec un haut pourcentage de transports lourds, tels que les transports de l'industrie du bois et de la pêche qui sont sensibles à la durée et aux fermetures des routes.

Bien qu'elles soient toutes nordiques et européennes, les régions Roadex représentent trois différentes zones climatiques: le climat maritime froid en Islande et dans la province de Troms (Norvège); le climat maritime doux dans les Highlands d'Ecosse et le climat plus continental de l'est que l'on trouve dans le nord de la Suède et dans la Laponie finlandaise. La topographie variée depuis les plateaux jusqu'aux hautes montagnes alpines et les variations entre les zones côtières et l'intérieur influent également beaucoup sur les conditions hivernales dans ces zones.

Les défis de l'entretien d'hiver communs à toutes les régions comprennent le coût élevé de l'entretien d'hiver - les coûts de l'entretien d'hiver consomment 45-60% du budget total de l'entretien des routes dans ces régions - tout en observant les hautes normes de service sur les routes éloignées et les problèmes de sécurité de la circulation dus en particulier aux amoncellements de neige et à la basse friction.

Les conditions les plus difficiles pour l'entretien des routes en hiver sont celles des régions de la zone climatique maritime en Norvège, en Islande et en Ecosse, caractérisées par de fréquentes chutes de neige, des vents forts et la formation de verglas sur les routes. Dans les climats maritimes froids, les sections de routes montagneuses peuvent être difficiles à maintenir praticables durant les tempêtes de neige en raison de la mauvaise visibilité et de lourdes congères de neige. C'est en Norvège et en Islande que la fréquence de passage des chasse-neige est la plus élevée et la neige doit être également enlevée de temps en temps des carrefours, des faussés et des poteaux indicateurs pour améliorer les distances de vue. L'amoncellement de la neige cause également des difficultés dans les régions plus continentales de Suède et de Finlande, zones caractérisées par de longs hivers avec de basses températures et de faibles précipitations.

Le groupe de travail du sous-projet B Roadex, composé de représentants de chaque région associée et dirigé par un consultant externe Harald Norem (Sintef, Norvège), a défini comme suit les thèmes clés de l'étude comparative sur les pratiques actuelles de l'entretien d'hiver dans chaque région Roadex:

- Utilisation de la conception routière et des installations complémentaires pour améliorer les routes en hiver et faciliter leur entretien
- Techniques et normes de déneigement
- Méthodes et normes de contrôle de la friction
- Collecte des informations sur les conditions météorologiques et routières; communication au public
- Opérations spéciales dans les dures conditions hivernales

L'étude a été effectuée à l'aide de questionnaires, de visites dans les régions associées et d'ateliers pour évaluer et discuter les informations collectées. En coopération avec les surveillants et ingénieurs locaux, les réponses aux questionnaires ont été rassemblées sous forme de textes, de dessins, de photos et de vidéos.

Conception routière

La conception routière peut être utilisée pour prévenir ou atténuer certains des effets des dures conditions d'hiver. Dans un concept routier optimal, les routes doivent être conçues avec des remblais aussi hauts que les profondeurs de neige locales et toutes les sections de tranchée doivent avoir des pentes douces. Les pentes doivent avoir des inclinaisons de 1:6 dans un terrain plat où les pentes se trouvent du côté exposé au vent des routes. Les routes doivent être généralement situées dans des zones moins exposées aux vents forts et où les profondeurs de neige sont plus faibles que la moyenne. La visibilité est améliorée et moins de neige s'accumule sur la route si les routes sont dirigées parallèlement à la direction du vent dominant.

En général, les normes nationales de conception routières dans toutes les régions étudiées ne tiennent que peu compte de la perspective de l'entretien d'hiver dans les procédés de conception routière. Il n'y a pas non plus de pratiques établies pour l'interaction entre la conception routière et l'entretien d'hiver; l'équipement d'entretien s'adapte à la conception routière existant.

Dans tous les pays nordiques, il y a cependant, pour la conception routière, des lignes directrices qui comprennent les recommandations suivantes:

- les remblais des routes doivent être hauts et plats pour que la neige s'envole de la route
- les sections transversales doivent être plus grandes dans les tranchées pour fournir plus de place pour le stockage de la neige
- les tranchées raides et les caractéristiques du terrain qui causent des problèmes d'amoncellement doivent être éliminées
- les pentes doivent être remplies pour éviter d'avoir besoin de barrières de sécurité
- des faussés profonds et larges sont nécessaires pour stocker la neige

En outre, les pratiques complémentaires suivantes ont été observées dans chaque région: en Finlande, les surveillants de zone aident généralement l'équipe du projet de conception routière en indiquant les endroits où des problèmes d'amoncellement de neige spéciaux peuvent se produire et en prenant part aux discussions concernant l'emplacement et la conception de la route.

En Suède, une attention particulière a été apportée à la conception de la route d'hiver, étant donné que les routes E10 et 95 ont été construites dans la zone montagneuse proche de la frontière norvégienne. Durant les phases de planification, les directions du vent ont été examinées et prises en considération dans la conception; la profondeur de la neige a également été mesurée pour la base de la conception de la route E10.

En Norvège, des procédures de conception spéciales existent pour les routes dans les zones où des sections de route doivent être fréquemment fermées en raison de la mauvaise visibilité et de lourds amoncellements de neige. Dans les zones où la conduite en convoi est requise durant les périodes de tempête, les routes sont quelquefois conçues avec un espace supplémentaire pour l'alignement des voitures devant les barrières. Ces dernières années, des sections de route critiques ont été construites avec un accotement agrandi ou des "bandes de soufflerie" où des souffleries rotatives peuvent fonctionner pour enlever la neige. Les bandes de soufflerie offrent également une plus grande capacité de stockage de neige et améliorent la visibilité durant les périodes de tempête de neige.

En Islande, la conception de nouvelles routes prend généralement en considération les conditions hivernales de la zone. La hauteur et la pente du remblai sont toujours conçues en considération des conditions d'amoncellement de neige et d'entretien d'hiver. Une caractéristique spéciale en Islande est l'existence de routes d'hiver sur de courtes distances utilisées dans les endroits où la route principale doit être de temps en temps fermée en raison des problèmes d'amoncellement de neige. Les routes d'hiver sont parallèles aux routes principales, mais elles sont situées là où la neige s'amasse rarement. La longueur des routes d'hiver varie de quelques centaines de mètres à un kilomètre; ce sont des routes de gravier de bas standard et ne sont utilisées que lorsque la route principale est fermée.

Si les routes ne sont bien situées ou conçues, elles peuvent être protégées par des pare-neige ou par une plantation d'arbres. Des pare-neige ont été utilisés dans toutes les régions Roadex durant les 50 dernières années et ils sont efficaces pour rassembler la neige et améliorer la visibilité sur la route durant les rafales de neige, en particulier lorsque la direction du vent dominant ne change pas et que le pare-neige peut être placé d'une manière optimale par rapport à la route. La hauteur du pare-neige dépend de la fréquence des vents forts et de la profondeur de neige locale, qui varie de 2 à 5 mètres.

Dans la plupart des cas, les pare-neige sont en bois, mais d'autres matériaux tels que l'aluminium, le plastique et les tissus ont également été testés. Les pare-neige en bois peuvent durer jusqu'à 40 années, mais ils demandent un entretien constant. Le manque d'entretien a fait tomber beaucoup de pare-neige et en a réduit l'efficacité dans toutes les régions Roadex. Les pare-neige en plastique sont meilleur marché, se montent plus rapidement et conviennent à un usage temporaire. Les tests dans lesquels des pare-neige en plastique recyclé ont été utilisés en Islande ont été prometteurs.

La plantation d'arbres pour protéger la route des amoncellements de neige a été testée récemment sur de courtes sections en Finlande et en Ecosse et a donné de bons résultats. Dans la province de Troms, des forêts naturelles ont été utilisées de la même manière. En Islande, l'utilisation d'arbres pour la prévention de l'amoncellement de la neige est plus problématique en raison de mauvaises conditions de croissance. Dans certains cas, des pare-neige ont été utilisés comme abri provisoire pour faire pousser les arbres plus rapidement à une hauteur efficace.

En Finlande et en Suède, des talus de neige sont également utilisés comme protection contre l'amoncellement de la neige au lieu de pare-neige dans certains endroits et ils ont montrés qu'ils pouvaient rassembler efficacement la neige. Pour le talus de neige, une paroi d'une hauteur d'environ 2 mètres est formée par la neige ramassée à 10-40m de distance de la route.

L'utilisation de barrières de sécurité nuit souvent à la rentabilité de l'entretien d'hiver. Lorsque la forme des barrières de sécurité est inappropriée aux routes en hiver, il en résulte de lourds dépôts de neige sur la route dans les périodes d'amoncellement de neige, les barrières tendent à élever la hauteur des congères et ainsi à réduire considérablement la visibilité dans les périodes de tempêtes de neige, elles rendent difficile le déneigement des accotements de la route, ce qui peut avoir pour conséquence que l'eau de fonte provenant des talus de neige s'écoule sur la route et peut geler la nuit. Les barrières de sécurité sont également souvent endommagées par les charges de neige et les opérations d'entretien d'hiver. En vue d'une meilleure adaptation aux conditions qui nécessitent un entretien d'hiver, les régions nordiques ont cherché à remplacer les barrières de sécurité ordinaires au profil en W par des modèles plus aérodynamiques et étroits, "Kohlswa" en Suède, barrières de sécurité de type tubulaire en Finlande et barrières de sécurité en câbles métalliques en Ecosse. Les distances adéquates d'environ quatre mètres entre les poteaux facilitent également les opérations d'entretien et empêchent que les barrières de sécurité soient endommagées par le matériel d'entretien. Dans le nord de la Norvège, l'utilisation de barrières de sécurité est évitée lorsque c'est possible, par exemple en réduisant la pente du remblais sur les nouvelles routes dans la mesure du possible.

Déneigement – Techniques et normes

Dans la plupart des régions Roadex, l'exigence principale pour l'entretien d'hiver est de tenir les routes exemptes de neige molle et d'assurer que la friction satisfait à la norme requise. En Islande, dans la province de Troms, dans la région Nord de la Suède et dans la région de Laponie en Finlande, on peut accepter de la neige et de la glace sur les routes. La Norvège a deux politiques nationales d'entretien d'hiver: une pour les routes dégagées, qui s'applique à quelques routes à haut volume de trafic dans le sud du pays, et une pour les routes d'hiver, qui s'applique dans la plus grande partie du pays, y compris la province de Troms. Dans les Highlands d'Ecosse, l'exigence est de tenir les routes "noires", c'est-à-dire praticables avec des pneus d'été toute l'année.

L'accès au réseau routier public tout entier est une autre question de politique nationale qui varie suivant les régions Roadex. En Islande, une partie du réseau routier ou la circulation est faible est régulièrement fermée au cours de la saison d'hiver et une partie n'est en service que certains jours de semaine. En Norvège, les routes qui ne peuvent pas être tenues praticables durant les grandes chutes de neige peuvent être temporairement fermées au transport public par l'autorité routière. En Finlande comme en Suède, à l'exception de quelques routes proches de la frontière norvégienne en Suède, toutes les routes publiques doivent être tenues praticables dans toutes les conditions. Dans les Highlands d'Ecosse, la police peut fermer temporairement les (petites) routes dangereuses.

La Finlande et la Suède abaissent les limites de vitesse en hiver, en Finlande de 100 km/h à 80 km/h et dans la région Nord de la Suède en règle générale de 110 km/h à 90 km/h ou de 90 km/h à 70 km/h.

Le réseau routier public est généralement divisé en différentes classes de service d'entretien d'hiver selon le volume du trafic et/ou l'importance stratégique de la route pour la zone. Le but est de

maintenir pour les routes un niveau de service uniforme qui ne mette pas les usagers de la route dans des situations inattendues. Le tableau 1 présente la classification des routes selon différentes catégories d'entretien d'hiver basée sur les niveaux de circulation en Finlande, en Suède et en Norvège. En Ecosse et en Islande, les routes sont également réparties entre cinq catégories, mais la classification est dans une plus grande mesure basée sur la fonction de chaque route.

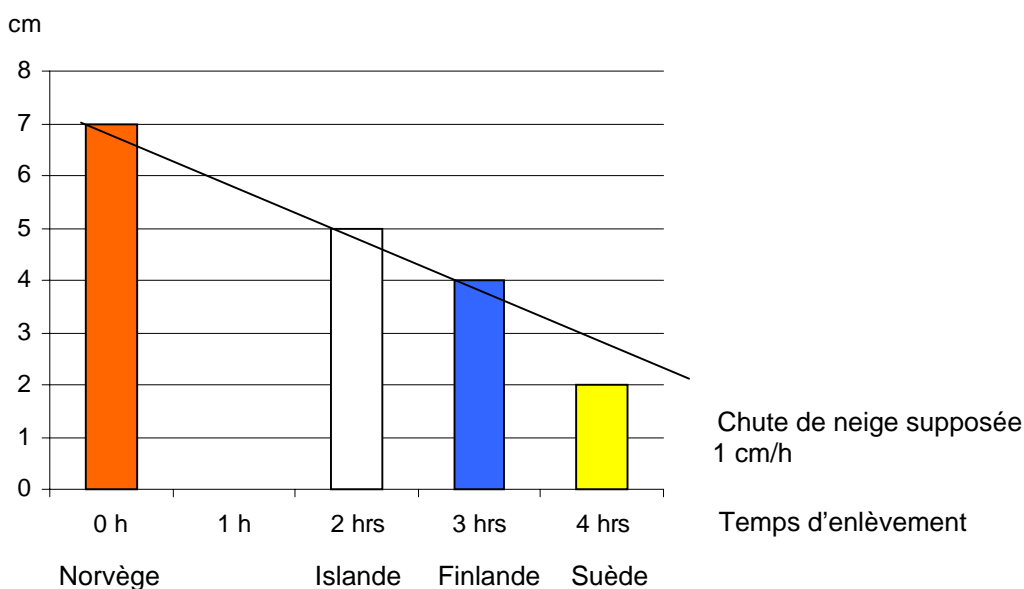
Tableau 1. Entretien d'hiver. Classes de routes selon le volume du trafic (AADT)

	Finlande		Suède	Norvège
IS	6000 >	B1A	≥ 8000	> 10000
I	3000 – 6000 *	B1B	2000 - 8000	5000 - 10000
Ib	< 4000 *	B1C	250 - 2000	1500 - 5000
II	<1500 *	B2A	< 250	< 1500
III	< 350 *			

* Les classes d'entretien d'hiver sont basées sur le volume du trafic et la fonction de la route

La Finlande, la Suède, la Norvège et l'Islande ont défini au plan national les normes de service pour chaque classe de route en prenant en considération la valeur de friction, la nappe de neige/neige fondue permise maximum sur la route et l'égalité de la surface. Les normes sont une combinaison du niveau permis maximum ou du niveau critique pour entreprendre des opérations réparatrices et du temps de réaction ou du temps d'opération pour atteindre le niveau de service accepté. Des exigences sont également données à l'égard des marges de temps pour améliorer la distance de vue dans les carrefours et pour dégager les feux de signalisation. Dans les Highlands d'Ecosse les normes du niveau de service sont en cours de préparation et entreront en vigueur pour la première fois durant l'hiver 2001/2002. Lorsque l'étude Roadex a été faite, les routes étaient réparties en cinq groupes prioritaires selon la disponibilité du service, depuis une couverture de 24 h jusqu'à une couverture de 10 h.

Figure 1. Niveau permis maximum de neige molle et temps nécessaire au déneigement dans la classe d'entretien la plus élevée



Une comparaison de la profondeur critique de neige molle et des temps de réaction pour le déneigement (Figure 1) montre que les normes nationales pour les classes de service les plus hautes (grandes routes) sont proches les unes des autres. La gamme des variations entre les exigences de niveau de service de chaque classe d'entretien diffère de pays à pays (Tableau 2). Elle est très étroite en Suède et elle est la plus grande en Norvège et en Islande. En Islande, la disponibilité des services de déneigement varie d'un service de 24h à un service hebdomadaire. Dans les Highlands d'Ecosse, il est recommandé de mettre en fonction les chasse-neige sur les grandes routes, pour des raisons pratiques, lorsque la profondeur de la neige atteint 3 cm. Le passage des chasse-neige et le salage se poursuivront jusqu'à ce que la route soit dégagée. Les routes secondaires sont traitées lorsque les ressources sont disponibles.

Tableau 2. Normes pour l'enlèvement de la neige et de la neige fondue dans chaque classe d'entretien d'hiver

Finlande		Suède		Norvège/ Routes d'hiver		Islande	
Is	max 4 cm de neige / 2 cm de neige fondue enlèvement en 2,5 h	B1A	max 2 cm de neige enlèvement en 4 h	> 3000 AADT	max 7 cm de neige sèche / 6 cm de neige mouillée (pas de marge de temps)	Cat.1	max 2 cm de neige / 5 cm en chute de neige enlèvement en 2 h
I	max 4 cm de neige / 2 cm de neige fondue enlèvement en 3 h	B1B	max 2 cm de neige (5 cm la nuit) enlèvement en 4 h	1501-3000 AADT	max 10 cm de neige sèche / 7 cm de neige mouillée (pas de marge de temps)	Cat.2	max 4 cm de neige / 12 cm en chute de neige, enlèvement en 3 h
Ib	max 4 cm de neige (8 cm la nuit) / 2 cm de neige fondue enlèvement en 3 h	B1C	max 3 cm de neige (5 cm la nuit) enlèvement en 5 h	501-5000 AADT	max 12 cm de neige sèche / 8 cm de neige mouillée (pas de marge de temps)	Cat.3	max 6 cm de neige / 16 cm en chute de neige enlèvement en 3 h
II	max 8 cm de neige (10 cm la nuit) / 4 cm de neige fondue enlèvement en 4 h	B2A	max 4 cm de neige (6 cm la nuit) enlèvement en 6 h	< 500 AADT	max 15 cm de neige sèche / 12 cm de neige mouillée (pas de marge de temps)	Cat.4	max 8 cm de neige / 18 cm en chute de neige enlèvement en 4 h
III	max 10 cm de neige / 5 cm de neige fondue enlèvement en 6 h					Cat.5	pas de limites de profondeur de neige enlèvement en 4-6h

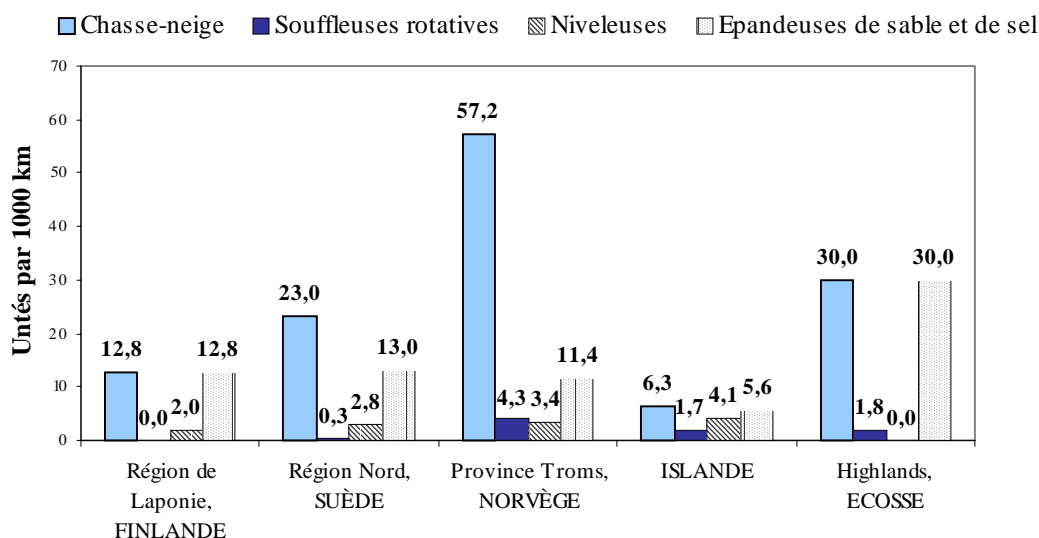
Dans toutes les régions Roadex, les véhicules équipés de chasse-neige forme le parc de base de l'entretien d'hiver (Figure 2.) Les chasse-neige obliques sont les plus communs dans les pays nordiques, mais les chasse-neige latéraux sont également utilisés, surtout sur les grandes routes lorsque la largeur de la route est suffisante. Les chasse-neige en V sont utilisés dans de dures conditions de neige pour passer dans la neige lourde après une fermeture temporaire de la route. Dans les Highlands, de plus petites versions de la lame en V sont également utilisées sur des routes à voie unique. Les Highlands emploient également des lames à neige fondue de forme conique qui peuvent être utilisées à de plus grandes vitesses et des lames droites qui varient des lames en caoutchouc légères à la lame en acier à haut rendement.

Les souffleuses rotatives sont importantes dans les zones de fortes tempêtes de neige et sont utilisées après des période de tempête de neige sur les grandes routes dans la province de Troms (Norvège), en Islande et dans le nord de la Suède sur les routes proches de la frontière norvégienne. Le Conseil des Highlands a également des souffleuses situées près de zones à problèmes connues où la neige profonde peut bloquer les routes. Lorsque l'on utilise des souffleuses de neige, une bordure de neige

aiguë reste. Pour éviter des problèmes d'amoncellement de neige, dans la région Nord (Suède), les bordures sont coupées par des souffleuses de neige ou des tracteurs.

Dans la région de Laponie (Finlande), tous les camions sont équipés de "lames sous châssis" montées sous le châssis du camion, ce qui a diminué le besoin de niveleuse ordinaire. Environ 85-95% de tout le travail de nivellement se fait avec des lames sous châssis. Dans la région Nord (Suède), les lames sous châssis ne sont montées que sur 26 % des camions de d'enlèvement de la neige, en Islande sur 17 % et dans la province de Troms (Norvège) sur 6 %. En Ecosse, les niveleuses ne sont pas utilisées.

Figure 2. Equipement d'entretien d'hiver par 1000 km de routes publiques dans chaque région Roadex



L'enlèvement de la neige des accotements et des fossés des routes est nécessaire de temps en temps pour rétablir la visibilité, prévenir les problèmes d'amoncellement de neige, permettre le stockage de la neige et empêcher que la neige fondante stagne et forme de la glace sur la route. La hauteur de talus de neige permise maximum est en Finlande de 0,80 m et en Suède de 0,9 m. Dans les sections transversales, les hauteurs maximums des talus de neige sont de 0,5 m en Finlande et 0,6 m en Suède. En Norvège, la ligne directrice est de tenir aussi bas que possible les talus de neige des zones exposées aux amoncellements de neige. La nappe de neige qui se trouve dans les fossés a également des effets bénéfiques, car elle empêche la formation de glace dans les fossés durant l'hiver.

Les chasse-neige transversaux montés sur des camions ou des niveleuses sont principalement utilisés pour couper et dégager les talus de neige sur le bord des routes en Suède et en Finlande; on utilise également des souffleuses à cet effet en Norvège et en Islande. Dans la province de Troms, la souffleuse suit généralement une niveleuse qui coupe le talus de neige avec une "aillette à neige".

En Finlande, en Suède et en Norvège, les talus de neige sont repoussés de l'accotement de la route vers la déclivité au printemps pour empêcher l'écoulement et la transformation en glace de l'eau de fonte sur la route. La province de Troms a pour pratique d'aménager un écoulement à travers le talus de neige là où l'eau de fonte forme une mare sur la route avant que les talus de neige aient été repoussés.

En Ecosse, la neige fond généralement en quelques jours après être tombée et il n'y a pas les mêmes problèmes que dans les pays nordiques. Dans de rares occasions, les périodes de gel sans dégel se prolongent et on utilise dans ces cas des chasse-neige à soufflerie ou des pelleuses pour enlever les parois de neige du bord de la route.

La formation de glace dans les fossés, les canaux d'évacuation et les tranchés peuvent constituer un problème considérable dans toutes les régions Roadex, en particulier durant les hivers froids avec peu de neige. Les fossés et les canaux d'évacuation sont alors obstrués et l'eau d'inondation forme de la glace sur la surface de la route. Dans la province de Troms, plusieurs méthodes ont été essayées pour empêcher cela: entre autres la construction de fossés de dérivation à une certaine distance de la route, ce qui a donné de bons résultats dans certains cas. cases, l'installation de câbles chauffants dans les canaux d'évacuation et l'installation de canaux d'évacuation doubles, un canal d'évacuation de trop-plein étant placé au-dessus du canal normal. Pour enlever la glace des fossés, on utilise souvent des pelleuses. Des appareils à vapeur sont utilisés pour ouvrir les canaux d'évacuation gelés.

La formation de glace dans les tranchées de roche abruptes peuvent également entraîner des dangers pour la circulation lorsque les lourds blocs de glace réunis à la tranchée commencent à fondre et glissent sur la route. Pour empêcher cela, des fossés peuvent être construits en haut de la tranchée pour détourner l'eau. La paroi de la tranchée peut être également munie de treillis métalliques pour empêcher la glace de tomber sur la route lors du dégel du printemps. Une autre méthode consiste à enlever la glace dangereuse avec par exemple des pelleuses ou d'autres appareils durant le printemps.

Contrôle de la friction – Techniques et normes

Pour améliorer la friction sur les routes hivernales, toutes les régions Roadex étendent du sable, du sel ou un mélange sable/sel. Les régions Roadex en Norvège, en Suède et en Finlande utilise du sable dans une plus grande mesure que l'Islande et les Highlands. La quantité de sable étendu varie de 5,1 à 8,2 t/km dans le nord de la Scandinavie, n'étant que de 0,8 t/km en Islande et de 1,1 t/km en Ecosse. (Tableau 3.)

Tableau 3. Utilisation du sable et du sel pour le contrôle de la friction dans les régions Roadex

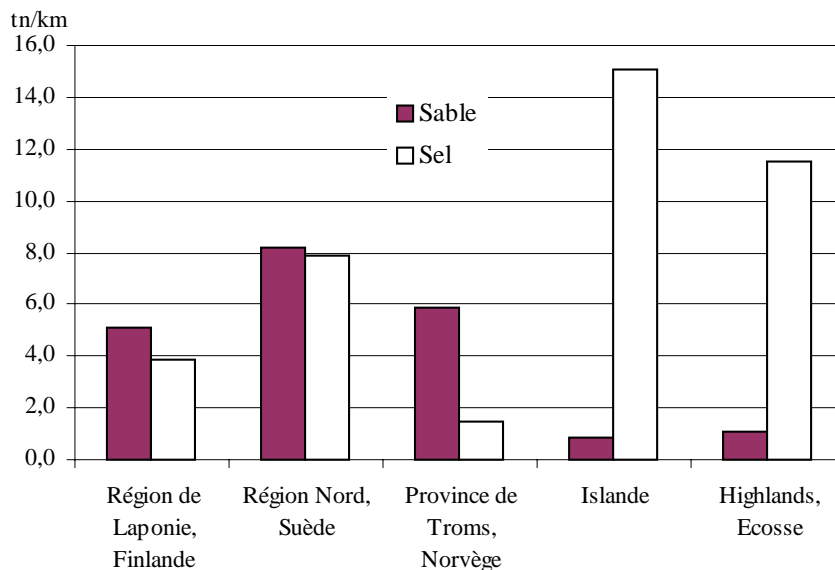
		Région de Laponie, Finlande	Région Nord, Suède	Province de Troms, Norvège	Islande	Highlands, Ecosse
Réseau routier total dans la région	km	9 052	18 008	3 523	8 207	7 790
Emploi total de sable	t	46 000	147 995	20 800	6 800	8 500
Sable par km	t/km	5.1	8.2	5.9	0.8	1.1
Emploi total de sel	t	1 000	5 048	365	5 300	90 000
Route traitée avec du sel	km	260	639	250	351	7 790
Routes traitées avec du sel au total		2.8 %	3.5 %	7.1 %	4.3 %	100 %
Sel par km	t/km	3.8	7.9	1.5	15.1	11.6

Le type de sel employé dans toutes les régions est généralement la roche ou le sel marin (NaCl). Le sel peut empêcher efficacement la formation de glace sur les routes jusqu'à des températures de -6 à -8 C. Dans les Highlands, la formation de glace sur la surface des routes est le problème principal pendant tout l'hiver et le sable est utilisé comme première méthode de contrôle de la friction; 11,6 tonnes de sel sont employés en moyenne par km de route traité. La plupart des usagers de la route en Ecosse utilisent des pneus d'été en hiver et les conducteurs sont généralement inexpérimentés en ce qui concerne la conduite sur les surfaces de neige et de glace. Comme la température varie fréquemment autour de 0 °C durant l'hiver, le besoin de contrôle de la friction et

d'utilisation de sel est très grand. L'Islande fait également un usage important du sel sur les quelques routes traitées avec du sel.

Dans la région de Laponie, un grand nombre de routes, environ 200 à 300, sont traitées avec du sel en automne et au printemps, mais l'utilisation du sel est faible en hiver. Lorsque c'est nécessaire, les carrefours, les courbes et les pentes ou des sections de route entières sont sablées. Le sel peut également être mélangé avec du sable. La région Nord de la Suède ne traite régulièrement avec du sel que les routes principales.

Figure 3. Emploi du sable et du sel pour le contrôle de la friction, tonnes par km de route traité



Etonnamment, aucune route n'est traitée régulièrement avec du sel dans la province de Troms en Norvège. Le sel n'est utilisé que sur les routes principales et seulement durant les périodes critiques de l'automne et du printemps. La consommation de sel est ainsi très faible, 1,5 t/km. Dans les autres parties de la Norvège, une solution saline est utilisée avec le sel.

Les grandes différences dans l'utilisation du sel et du sable sont partiellement dues au plus faible besoin de prévention du dérapage dans les régions du nord de la Suède et de la Finlande, étant donné que les hivers sont relativement froids et secs dans ces régions. Les conditions climatiques n'expliquent toutefois pas toutes les différences. La politique nationale à l'égard des routes en hiver, la disponibilité de sable et les considérations environnementales relatives à l'utilisation du sel dans les pays nordiques (protection/utilisation des réserves de la nappe phréatique) sont probablement des facteurs plus importants pour expliquer ces différences.

La comparaison des normes de friction (tableau 4) indique que la gamme des exigences de friction est plus large en Finlande que dans les autres pays Roadex, alors que la Norvège permet de petites différences dans le niveau de friction entre les classes de route. La politique de l'Islande admet les plus basses valeurs de friction dans les plus basses classes d'entretien. Dans les Highlands, des normes de résistance au dérapage semblables n'étaient pas encore établies au moment de cette étude.

Tableau 4. Normes nationales pour la friction sur les routes

Finlande		Suède		Norvège/ Routes d'hiver		Islande	
Is	0,3	B1A	$\geq 0,25$	$> 1\ 500$ AADT	0,25	Cat.1	$> 0,25$
	durée du cycle 2 h		durée du cycle 4 h		durée du cycle 2 h		
I	0,28	B1B	$\geq 0,25$	501-1 500 AADT	0,25	Cat.2	$> 0,15 / > 0,25$ sur les sections dangereuses
	durée du cycle 2 h		durée du cycle 4 h		durée du cycle 4 h		
Ib	0,25 / 0,20 dans des conditions hivernales constantes	B1C	$\geq 0,25$	< 500 AADT	0,15 / 0,25 dans les courbes, les pentes, les carrefours	Cat.3	$> 0,15$ sur les sections dangereuses / $> 0,25$ sur les sections très dangereuses
	durée du cycle 3 h / 4 h		durée du cycle 5 h		durée du cycle 4 h		
II	friction suffisante pour les besoins de la circulation	B2A	$\geq 0,17$			Cat.4	$> 0,15$ sur les sections dangereuses
	durée du cycle 6 h		durée du cycle 6 h				
III	friction suffisante pour les besoins de la circulation					Cat.5	pas de limites, excepté dans des cas particuliers sur les sections très dangereuses
	durée du cycle 10 h						

Collecte d'informations et communication des conditions de la conduite en hiver

Le fonctionnement efficace de l'entretien d'hiver dépend de systèmes fiables pour collecter et distribuer les informations sur la météorologie et les conditions de conduite. Les régions Roadex utilisent des ensembles de collecte d'informations et des techniques de distribution semblables dans leurs centres d'information sur la circulation (traffic information centers -TIC).

Les informations sont collectées par l'intermédiaire des unités d'entretien sur la route, des stations météorologiques dirigées par l'autorité routière, des services de météorologie nationaux et proviennent également du public à l'aide d'un service téléphonique du TIC. Le Conseil des Highlands utilise un réseau supplémentaire de 65 sites de détection de la glace qui fournit des informations en temps réel sur les conditions routières. Dans le nord de la Suède, il y a également un système d'alerte pour les avalanches sur la route E10. Le système est activé lorsqu'une avalanche commence et il ferme automatiquement la route à l'aide de feux rouges et de barres.

Les usagers des routes et le public sont informés par l'intermédiaire du TIC à l'aide de l'ensemble tout entier des possibilités des médias modernes: télévision, stations de radio locales et nationales, brochures, internet et service du centre téléphonique vingt-quatre heures sur vingt-quatre, en plus des panneaux de signalisation temporaires ou changeants sur les routes. Les TIC sont également reliés à d'autres TIC dans le pays, à la police et au poste de secours. Une liaison est également établie entre les TIC régionaux dans les zones du nord de la Finlande, de la Suède, de la Norvège et de la Russie.

En Islande, l'utilisation des données fournies par les stations météorologiques diffère quelque peu de celle des autres régions en ce que les données transférées sur les ordinateurs des TIC sont automatiquement formatées pour différents groupes d'utilisateurs et ensuite distribuées aux médias et par l'internet. Les informations visualisées sur l'internet sont en temps réel et également plus complexes, elles comprennent la vitesse du vent, la température, les conditions de conduite et les

quantités de trafic sur chaque route contrôlée. Par comparaison, l'état de la route est, en Finlande, classé dans les informations au public décrites comme 1) normal, 2) mauvais ou 3) dangereux.

Opérations spéciales dans de dures conditions

Les actions les plus ordinaires à effectuer dans de dures conditions où les opérations d'entretien d'hiver ne peuvent pas assurer une sécurité de la circulation adéquate sont les fermetures des routes, la conduite en convoi, la limitation des vitesses permises et la surveillance de la circulation.

En Islande et en Ecosse, la police a autorité pour fermer une route publique. La Norvège, la Suède et l'Ecosse ont des procédures spéciales pour les fermetures temporaires des routes et la conduite en convoi (dans le nord de la Suède seulement sur les routes E10 et 95 à la frontière norvégienne). La conduite en convoi est généralement imposée lorsque la visibilité sur la route est si mauvaise qu'elle constitue un danger pour la circulation ou qu'il y a un grand risque que les automobiles s'enfoncent dans la neige. En Norvège, la conduite en convoi est également quelquefois appliquée lorsque, après une forte chute de neige, une route est temporairement si étroite que deux véhicules ne peuvent pas se croiser.

En Suède et en Norvège, l'entrepreneur d'entretien ou le chef d'équipe du personnel d'entretien a le pouvoir de décider des fermetures de route et d'imposer une conduite en convoi conformément à une politique donnée. Le personnel d'entretien de la route ferme la route en utilisant une barre avec des feux rouges en travers de la route et des panneaux d'information illuminés, après quoi il s'assure qu'il n'y a pas d'automobiles dans la section fermée. Le personnel d'entretien décide du nombre de véhicules autorisés dans un convoi; en général un maximum de 10 à 20 voitures sont autorisées. Avant le départ du convoi, le personnel d'entretien inspecte les automobiles qui en font partie et s'assure qu'elles sont équipées d'une manière adéquate; les véhicules qui ne conviennent pas peuvent être refusés. Le convoi est conduit par un véhicule d'entretien (par exemple un camion à chasse-neige) en tête et un autre camion ou une voiture d'entretien en queue du convoi; les membres de l'équipe d'entretien sont reliés entre eux par radio.