

BASE DE DONNÉES SUR LA NEIGE ET LE VERGLAS 2010



Comité technique B5 de l'AIPCR
sur la viabilité hivernale

ISBN 978-2-550-57708-9 (CD-ROM)

ISBN 978-2-550-57709-6 (PDF)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2010

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2010

Soucieux de l'environnement, l'Association mondiale de la route et le ministère des Transports du Québec produisent désormais ce document sur CD-ROM.

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

Table des matières

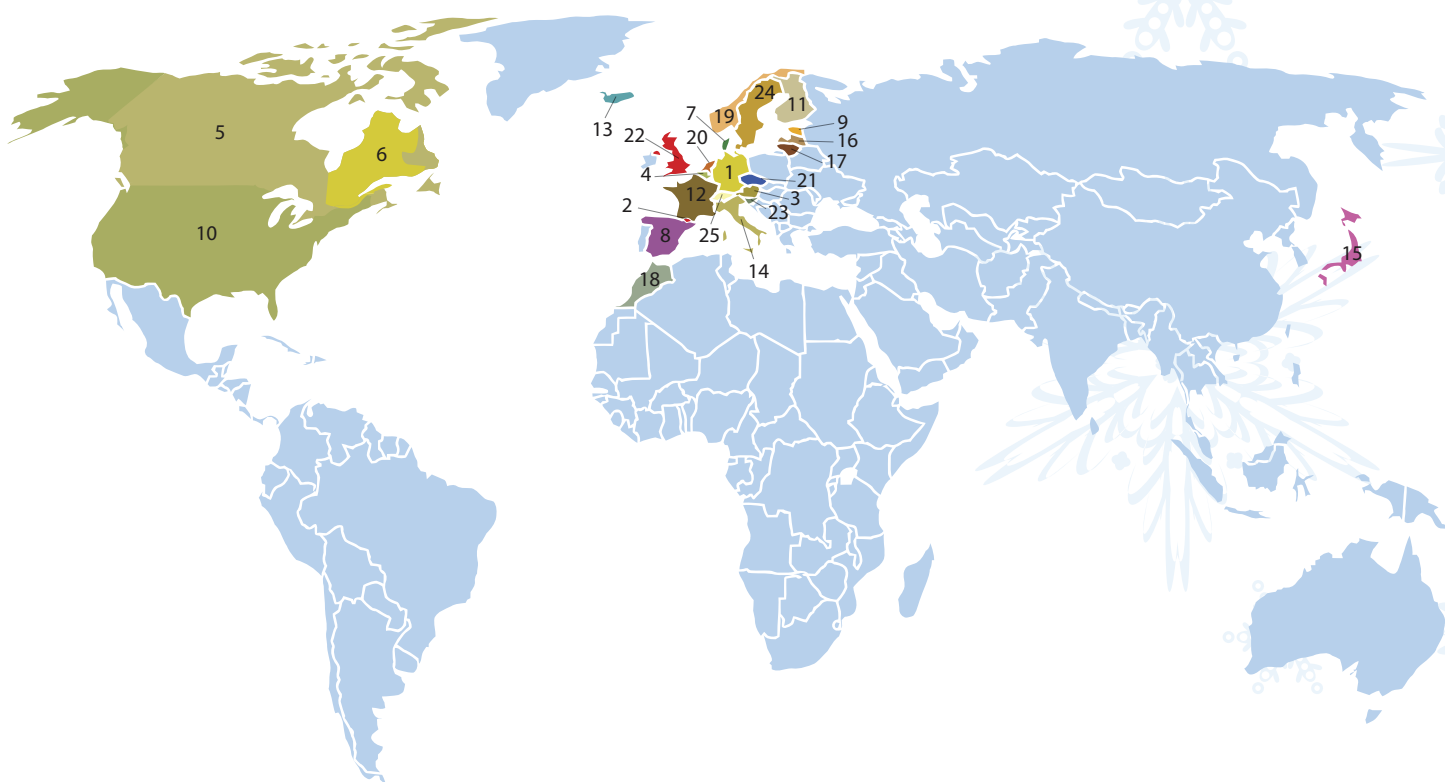
Préface

Résumé

Rapports nationaux :

 Allemagne ⁽¹⁾	 Italie ⁽¹⁴⁾
 Andorre ⁽²⁾	 Japon ⁽¹⁵⁾
 Autriche ⁽³⁾	 Lettonie ⁽¹⁶⁾
 Belgique ⁽⁴⁾	 Lituanie ⁽¹⁷⁾
 Canada ⁽⁵⁾	 Maroc ⁽¹⁸⁾
 Canada-Québec ⁽⁶⁾	 Norvège ⁽¹⁹⁾
 Danemark ⁽⁷⁾	 Pays-Bas ⁽²⁰⁾
 Espagne ⁽⁸⁾	 République Tchèque ⁽²¹⁾
 Estonie ⁽⁹⁾	 Royaume-Uni ⁽²²⁾
 États-Unis ⁽¹⁰⁾	 Slovénie ⁽²³⁾
 Finlande ⁽¹¹⁾	 Suède ⁽²⁴⁾
 France ⁽¹²⁾	 Suisse ⁽²⁵⁾
 Islande ⁽¹³⁾	

Auteurs et liste de contacts





Base de données sur la neige et le verglas 2010

Préface

Variable en intensité et en durée dans les différents pays devant composer avec cette réalité, l'hiver demeure une saison imprévisible, influant particulièrement sur les déplacements des usagers de la route et des piétons, ainsi que la circulation des biens et services. Soumises aux effets des intempéries hivernales, les infrastructures sont également touchées par l'effet des moyens mis en œuvre pour les contrer, qui se répercute sur leur durée de vie et, surtout, sur leur accessibilité et leur sécurité.

Dans ce contexte, les gestionnaires de réseaux routiers faisant face aux rigueurs de la saison hivernale doivent à la fois assurer la sécurité de tous les usagers, conserver les infrastructures routières en bon état, et faire en sorte de favoriser le maintien et le développement des activités économiques et sociales sur tout le territoire couvert. Pour y arriver, les administrations routières doivent entre autres allouer d'importantes ressources financières, matérielles et humaines tout en assurant une recherche continue visant l'amélioration des façons de faire.

Aujourd'hui, plusieurs défis se présentent aux gestionnaires des réseaux routiers, comme les manifestations du changement climatique de plus en plus fréquentes, la conscientisation environnementale accrue et l'augmentation des coûts d'entretien. De là l'importance d'une bonne planification des stratégies et des méthodes d'entretien hivernal.

Le présent document a été conçu spécifiquement pour permettre aux gestionnaires d'avoir un aperçu rapide des réalités climatiques et opérationnelles existantes dans différents pays aux prises avec l'hiver. Grâce à l'échange de connaissances et d'expériences réussies entre les administrations routières de partout dans le monde, la *Base de données sur la neige et le verglas, édition 2010* (*Snow and Ice Data Book 2010*) représente un outil de référence fort utile pour tout acteur concerné par les activités d'entretien hivernal.

La version 2010 constitue la troisième édition de ce document qui a été publié pour la première fois en 2002 lors du XI^e Congrès international de la viabilité hivernale, à Sapporo, au Japon. Une deuxième édition de cet outil était présentée en 2006 lors du XII^e Congrès international de la viabilité hivernale, à Turin, en Italie. L'édition de ce présent ouvrage a été cette fois coordonnée par le ministère des Transports du Québec, qui a également contribué à l'organisation du XIII^e Congrès international de la viabilité hivernale en 2010 à Québec.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude aux membres du Comité technique B5 qui ont collaboré à la mise à jour des contenus. Je désire également souligner de façon particulière l'implication des deux secrétaires du comité, MM. Didier Giloppé et Paul Pisano, pour leur soutien à la réalisation de ce mandat de révision.

Enfin, je souhaite témoigner ma reconnaissance au ministère des Transports du Québec pour avoir mené à bien le projet de révision et d'édition de ce document, particulièrement à MM. Richard Charpentier, membre du Comité technique B5, et Michel Brown, ingénieur au ministère des Transports du Québec, pour la coordination et la réalisation des travaux nécessaires à la production de cette publication.

Il ne me reste qu'à vous souhaiter une agréable lecture en espérant que cet ouvrage saura vous être utile dans l'exécution de vos fonctions et qu'il alimentera les échanges avec vos collègues de partout dans le monde.

Gudrún Öberg
Présidente du Comité technique B5 de l'AIPCR
sur la viabilité hivernale



Base de données sur la neige et le verglas 2010



Résumé

Cadre et objectif du document

La *Base de données sur la neige et le verglas*, édition 2010, rassemble les contributions de 25 pays membres du Comité technique B5 sur la viabilité hivernale de l'Association mondiale de la route (AIPCR).

Cette troisième édition constitue une mise à jour des versions publiées antérieurement. En effet, une première parution intérimaire du document a eu lieu en 2002 sous la responsabilité du comité organisateur japonais du XI^e Congrès international de la viabilité hivernale de Sapporo, Japon. À l'époque, l'objectif de cette publication était de soutenir et de faciliter les échanges d'expériences entre les différents experts internationaux spécialisés dans le domaine de la viabilité hivernale. Les façons de faire de 15 pays membres du Comité B5 (appelé, à l'époque, Comité technique 3.4) y étaient alors présentées.

Devant l'accueil réservé à cette première édition et considérant la valeur ajoutée de l'outil mis au point, le Comité technique B5 a entrepris de poursuivre le travail amorcé en documentant plus largement les pratiques utilisées en viabilité hivernale à travers des thématiques circonscrites et uniformes pour l'ensemble des pays membres intéressés à contribuer à l'exercice. Publiée en 2006 dans le cadre du XII^e Congrès international de la viabilité hivernale de Turin, Italie, cette deuxième édition de la *Base de données sur la neige et le verglas* regroupait alors 22 pays membres du Comité international.

Respectant la structure et les thématiques déjà établies par le Comité technique B5, le présent document est une mise à jour de l'information contenue dans l'édition 2006. Aussi, il est le reflet des faits nouveaux survenus ces dernières années en matière de viabilité hivernale dans les différents pays membres ayant participé à l'édition antérieure. Pour cette édition révisée, trois nouvelles contributions se sont ajoutées, soit celles de la Principauté d'Andorre, de la République tchèque et du Royaume du Maroc.

La publication de ce document n'aurait pu être possible sans la précieuse collaboration de différents experts issus des 25 pays répertoriés dans cet ouvrage ni sans l'engagement des membres et des secrétaires francophones et anglophones du Comité technique B5 sur la viabilité hivernale. Il importe également de souligner la contribution importante du ministère des Transports du Québec dans toute les étapes ayant mené à la réalisation de cette troisième édition de la *Base de données sur la neige et le verglas*, édition 2010.

Méthodologie

Malgré la qualité des contenus présentés dans les éditions précédentes de la *Base de données sur la neige et le verglas*, le Comité technique B5 sur la viabilité hivernale convenait, à l'automne 2009, de l'importance d'actualiser le contenu de la base de données déjà éditée tout en réduisant, pour les membres du comité technique, la charge de travail associée à cet exigeant exercice.



Résumé

Considérant que le Québec est l'hôte du XIII^e Congrès international de la viabilité hivernale, le ministère des Transports du Québec acceptait avec empressement la responsabilité de coordonner les travaux nécessaires à la parution de cette troisième édition. Pour y arriver, les différents spécialistes de la viabilité hivernale des pays membres du B5 ont été mis à contribution afin d'actualiser le contenu des rapports déjà édités. Cette mise à jour a été réalisée en respectant intégralement les thématiques et directives prescrites pour l'édition 2006. Ainsi, en collaboration avec les secrétaires anglophones et francophones du Comité B5, le ministère des Transports Québec s'est assuré de la cohérence des textes et des contenus techniques soumis à son attention et, par conséquent, de la pertinence et de la compréhension des données fournies.

Aussi, afin d'alléger le processus de révision du document par les pays membres du B5 et de s'assurer de l'uniformité et de la qualité des traductions des rapports révisés, ces derniers ont majoritairement été produits en anglais par les auteurs. La traduction de l'anglais vers le français ou inversement du français vers l'anglais était supervisée entièrement par le ministère des Transports Québec.

Structure des rapports nationaux

L'organisation de l'entretien hivernal dans son ensemble, la gestion opérationnelle, les besoins des usagers, leur sécurité et de nombreux autres sujets dépendent directement des caractéristiques climatiques, organisationnelles, politiques et sociales du pays auquel ils se rapportent.

C'est dans cette perspective que les chapitres 1 et 2 abordent des thématiques d'ordre général qui permettent d'exposer des éléments essentiels à une meilleure compréhension des pratiques ayant cours dans chacun des pays couverts.

Ainsi, la démographie, l'organisation politique, la longueur du réseau routier et sa classification, les paramètres du trafic et, bien sûr, les statistiques de température, de gel et de précipitations hivernales y sont présentés. On trouve au tableau 1 une description générale du contenu composant l'édition 2010 de la base de données.

Tableau 1 – Structure type des rapports nationaux présentés dans la base de données

Chapitre et thème	Sous-chapitre et sous-thème
1.0 – Données démographiques et routières	1.1 – Informations sur le pays; 1.2 – Réseau routier et circulation.
2.0 – Données climatiques	2.1 – Aperçu des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser; 2.2 – Statistiques météorologiques : températures, gel, précipitations; 2.3 – Indices hivernaux utilisés.
3.0 – Gestion hivernale des routes	3.1 – Normes et réglementation; 3.2 – Organisation et réalisation de l'entretien d'hiver; 3.3 – Évaluation des mesures d'entretien hivernal; 3.4 – Sécurité et information routière.
4.0 – Recherche et études en cours	4.1 – Nouvelles technologies; 4.2 – Nouvelles approches de gestion et d'organisation; 4.3 – Coopération transnationale ou autre.
5.0 – Références	Liens Internet ou références renseignant sur des données plus complètes.



Résumé

La description des pratiques d'entretien hivernal est abordée dans le chapitre 3 intitulé « Gestion de la viabilité hivernale » et constitue un des éléments importants de chaque rapport déposé. On y présente notamment les règles et les normes qui constituent le cadre des pratiques d'entretien en incluant les obligations légales, le niveau de service, les normes de qualité, les indicateurs de performance et les règles en matière de matériaux et d'équipement.

Le chapitre 3 explique également la manière dont les services sont organisés et dirigés ainsi que l'organisation de l'administration routière; le cas échéant, il présente le partenariat public-privé, les mesures de lutte contre le verglas et la neige, les restrictions de trafic, les données et prévisions météorologiques et les systèmes d'information météorologiques. Ce chapitre se concentre également sur la question de l'évaluation des mesures de lutte contre la neige et le verglas, y compris les analyses coût-avantage, des mesures d'efficacité, la régulation en matière de paiements et la compétition entre les contractants.

Enfin, le dernier sujet abordé ici couvre l'ensemble des méthodes, systèmes et équipements mis en place pour garantir la sécurité routière et l'information aux usagers de la route.

Pour clore chacun des rapports nationaux contenus dans cet ouvrage, les pays membres ont été invités à exposer brièvement, au chapitre 4, les technologies innovantes et les nouvelles approches utilisées en matière de gestion et d'organisation. On y fait donc état des recherches et des études en cours (ou attendues) et visant à améliorer la gestion de la viabilité hivernale.

Résumé des contributions offertes par les pays participants

Comme les éditions antérieures, la *Base de données sur la neige et le verglas*, édition 2010, permet d'obtenir rapidement un aperçu des réalités climatiques, sociales, opérationnelles et organisationnelles existant dans différents pays aux prises avec l'hiver. Elle constitue un référentiel fort utile pour tous les acteurs concernés par les activités d'entretien hivernal pour qui le maintien de la viabilité des réseaux demeure une priorité.

Les facettes organisationnelles et opérationnelles de la viabilité hivernale sont conditionnées par les caractéristiques du pays qui les accueille. Ainsi, sa démographie, son organisation politique, la longueur et les caractéristiques de son réseau routier, l'intensité et la nature du trafic qui y transite et, bien sûr, les caractéristiques climatiques qui l'affectent (température, durée de la saison, nature et intensité des précipitations hivernales, etc.) sont autant d'éléments que l'on doit prendre en considération au moment d'analyser, de comparer et de mettre en perspective l'information livrée dans ce recueil. Il importe de rappeler que l'objectif de cet ouvrage n'est pas de classer les méthodes ou approches d'entretien qui y sont décrites en bonnes et mauvaises pratiques, mais bien d'en faire état tout simplement.



Résumé

1. Données démographiques et routières

La route constitue un des éléments essentiels à la santé économique et sociale d'un pays, voire d'un continent. En assurant le déplacement des personnes et des marchandises qui y transitent, elle contribue au maintien et au développement des échanges entre les populations desservies. Peu importe sa densité, l'importance de la

population desservie et celle des ressources disponibles, l'infrastructure routière doit satisfaire aux besoins de mobilité de sa population.

On trouve au tableau 2 un aperçu sommaire des données démographiques et routières des différents pays ayant apporté leur contribution à ce recueil. Il demeure important que ces éléments soient mis en perspective au moment d'effectuer l'analyse ou la comparaison des pratiques d'entretien hivernal répertoriées.

Tableau 2 - Population – Superficie – Réseau routier

	Population	Superficie du pays	Réseau routier (km)	
			Total ⁽¹⁾	Autoroutes
	Millions d'habitants	km ²		
Allemagne	82 100 000	356 700	644 300	12 500
Andorre	85 000	468	270	ND
Autriche	8 350 000	83 858	106 461	2 029
Belgique	10 670 000	30 528	153 595	1 763
Canada (Québec inclus)	32 000 000	9 984 670	1 408 800	ND
Canada - Québec	7 700 000	1 667 441	132 216 ⁽²⁾	5 775
Danemark	5 400 000	43 098	73 200	1 062
Espagne	45 300 000	505 954	166 340	13 873
Estonie	1 350 000	45 227	58 034	ND
États-Unis	304 060 000	9 161 979	6 483 932	262 000
Finlande	5 300 000	338 419	104 000	700
France	64 000 000	551 000	1 000 200	11 200
Islande	313 000	103 000	12 867	ND
Italie	57 000 000	301 302	472 000	ND
Japon	127 000 000	377 737	1 175 397	ND
Lettonie	2 300 000	64 589	59 193	ND
Lituanie	3 350 000	65 303	81 010	310
Maroc	30 000 000	710 850	57 347	920
Norvège	4 600 000	385 155	92 513	213
Pays-Bas	16 500 000	41 528	136 135	5 050
République tchèque	10 460 000	78 867	55 583	633
Royaume-Uni	61 000 000	243 800	420 041	ND
Slovénie	2 008 000	20 273	38 762	576
Suède	9 300 000	410 929	138 400	1 800
Suisse	7 600 000	41 285	70 907	1 907

(1) Intègre tous les réseaux publics (autoroutes, routes nationales, départementales et communales), mais exclut les réseaux à caractère privé et forestier.

(2) Intègre le réseau sous la responsabilité du ministère des Transports du Québec et celui des municipalités.



Résumé

Chaque rapport national contient une description sommaire des éléments caractérisant le pays auquel il se rapporte, tels que sa population, son économie, ses institutions parlementaires ainsi que sa situation géographique.

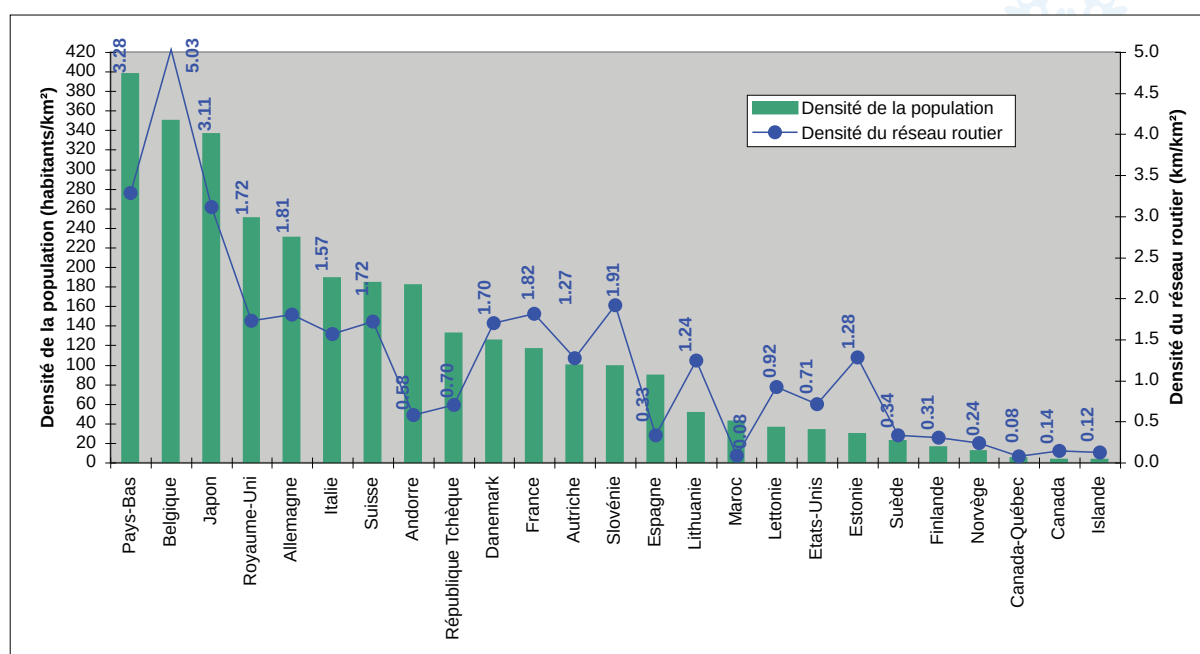
Comme déjà précisé, le réseau routier est, avant tout, le reflet du besoin de mobilité de la population qui l'utilise. La densité de ce réseau est, bien sûr, intimement liée à la superficie du territoire à couvrir mais, également, elle est le reflet de l'interdépendance des réseaux, et ce faisant, de la nécessité d'assurer le maintien et le développement des activités économiques entre les pays.

L'examen de la figure 1 nous permet d'observer que les pays du continent européen de même que le Japon, qui possèdent de fortes populations réparties sur des territoires relativement plus restreints, présentent une densité de réseaux parmi les plus élevées. À l'inverse, et notamment sur le continent nord-américain tel qu'aux États-Unis, au Canada et au Québec (Canada – Québec), on trouve des populations relativement faibles en regard des territoires disponibles et, conséquemment, leur réseau respectif montre une densité parmi les plus faibles.

Aussi, cette information semble pouvoir être considérée comme un indicateur important de la dispersion des besoins d'entretien hivernal et indirectement comme un paramètre qui influence les caractéristiques organisationnelles et opérationnelles du service hivernal comme le niveau de décentralisation des travaux, le partenariat public-privé, le dimensionnement des moyens opérationnels. En effet, la nécessité de satisfaire les besoins de mobilité d'une population dans un contexte hivernal exige, des différents responsables de réseau, des moyens et des efforts à la mesure des contraintes qui s'appliquent.

Au moment de prendre connaissance de différents rapports nationaux, il importe de rappeler au lecteur que l'agrégation de l'information relative aux réseaux entretenus se heurte rapidement à l'absence d'une terminologie commune permettant de décrire, de façon simple et unique, les différentes catégories et classes de réseaux que l'on trouve à l'intérieur du recueil.

Figure 1 – Population et densité des réseaux routiers





Résumé

2. Données climatiques

Zones climatiques

Selon leur localisation géographique (proximité de la mer, à l'intérieur du continent) et les caractéristiques orographiques (topographie de montagne, plateau, vallée) que présentent les pays repris dans cet ouvrage, ceux-ci font face à différents types de conditions hivernales qui sont elles-mêmes caractérisées par leur fréquence, leur durée et leur intensité.

Chaque rapport national qui suit présente le contexte climatique (températures, précipitations) et décrit les événements météorologiques qui peuvent influencer la disponibilité et la sécurité des liens routiers mis à la disposition des populations desservies.

Aussi, puisque le climat varie aussi bien dans le temps que dans l'espace, il n'est évidemment pas limité aux frontières du pays. Faute de langage commun pour présenter les données relatives au climat qui sont cruciales en matière d'utilisation des routes et de viabilité hivernale, il a donc été difficile de présenter un résumé objectif de ce sujet.

Tableau 3 - Climats des différents pays

Allemagne	Tempéré – Continental – Maritime (dans certaines zones limitées)
Andorre	Tempéré – Méditerranéen – Montagneux
Autriche	Tempéré – Continental – Montagneux
Belgique	Tempéré maritime – Continental (dans certaines zones limitées)
Canada	Maritime – Continental – Subarctique – Arctique
Canada - Québec	Maritime (dans certaines zones) – Continental – Subarctique – Arctique
Danemark	Tempéré maritime
Espagne	Tempéré maritime – Continental – Montagneux – Méditerranéen
Estonie	Tempéré – Continental (dans certaines zones limitées)
États-Unis	Tempéré maritime – Continental – Montagneux – Subarctique
Finlande	Tempéré – Continental – Subarctique
France	Tempéré maritime – Continental – Montagneux – Méditerranéen
Islande	Maritime – Continental – Montagneux – Subarctique
Italie	Tempéré – Montagneux – Méditerranéen
Japon	Tempéré maritime – Continental – Montagneux
Lettonie	Tempéré maritime – Continental (dans certaines zones limitées)
Lituanie	Tempéré – Continental (dans certaines zones limitées)
Maroc	Tempéré maritime – Continental – Montagneux – Méditerranéen – Désertique
Norvège	Tempéré – Continental – Montagneux – Subarctique
Pays-Bas	Tempéré maritime
République tchèque	Tempéré – Continental – Montagneux
Royaume-Uni	Tempéré maritime
Slovénie	Tempéré – Montagneux – Méditerranéen
Suède	Tempéré – Continental – Montagneux – Subarctique
Suisse	Tempéré – Continental – Montagneux



Résumé

Le tableau 3 permet, sur la base des données mentionnées dans les rapports nationaux, de montrer les conditions climatiques qui caractérisent chaque pays. Il démontre que les pays les plus étendus sont soumis à différents types de conditions climatiques durant l'hiver même si, dans certains cas, ces différences se produisent dans des régions limitées ou de manière sporadique. Brièvement et en tenant compte du fait que cette classification n'est pas établie par une équipe de météorologistes mais par une communauté spécialisée en viabilité hivernale, nous caractérisons ces climats selon le référentiel qui suit:

- le climat **tempéré** est généralement caractérisé par des températures modérées, des hivers doux et une amplitude thermique limitée, ce qui signifie que la température minimale en hiver peut souvent fluctuer autour de 0 °C;
- le climat **maritime** est typique des régions qui sont proches de la mer et qui sont généralement des régions tempérées avec des précipitations plus fréquentes et un taux plus élevé d'humidité ambiante; dans certains cas, cela peut être la cause de quantités de neige plus élevées;
- le climat **continental** présente une amplitude thermique annuelle plus importante, des conditions relativement stables durant de longues périodes (froides); il est très typique d'avoir de longues périodes de gel et des formations de congères en hiver;
- le climat **montagneux** est limité aux zones situées à haute altitude, ce qui signifie une grande amplitude thermique, des températures basses et d'importantes chutes de neige;
- les climats **subarctique** et **arctique** sont caractéristiques des régions du Nord, avec des journées très froides et très enneigées;
- les régions qui sont sous l'influence **méditerranéenne** ne connaissent généralement pas de problèmes hivernaux étant donné que les températures se situent habituellement au-dessus de 0 °C tout au long de l'année et que la neige est exceptionnelle;
- les régions qui sont sous l'influence **désertique** ont un climat sec caractérisé par une évaporation supérieure aux précipitations et où il règne une forte aridité.

Indices hivernaux

On recense, à l'intérieur de plusieurs rapports nationaux, différentes initiatives, toutes individuelles, visant l'élaboration ou l'utilisation d'indices hivernaux (indice de sévérité hivernale). Certains de ces indices se composent de paramètres strictement climatiques ou météorologiques alors que d'autres, pour des objectifs spécifiques, mettent en relation des données climatiques (ou météorologiques) et des données à caractère opérationnel. L'indice de sévérité hivernale est évalué le plus souvent grâce à une fonction plus ou moins complexe associant différents paramètres météorologiques ou routiers (température à la surface de la route, température du point de rosée, température de l'air, précipitations hivernales, intensité de la neige, épaisseur de la couche de neige, nombre de jours ou de nuits avec une température sous zéro, etc.). Il peut être calculé annuellement ou mensuellement, la plupart du temps en utilisant les données fournies par les systèmes d'information météorologiques.

Parmi les rapports nationaux qui font état de l'utilisation ou de l'élaboration de tels indices, on trouve: l'Allemagne, la Belgique, le Canada, le Danemark, les États-Unis, la Finlande, la France, l'Islande, la Norvège, le Canada – Québec, la République tchèque, la Suède, la Suisse et le Royaume-Uni.

Les objectifs établis par les gestionnaires de ces pays à l'égard de l'indice utilisé sont nombreux et variés. Dans le cas des indices de performance hivernale, ceux-ci répondent souvent à des préoccupations organisationnelles.

Selon la nature des éléments composant l'indice utilisé (ou élaboré), ce dernier peut permettre de qualifier :

- la sévérité des hivers sur le plan climatique et de les comparer entre eux;
- la performance des efforts consentis (ressources et coûts) par une organisation pour l'entretien de son réseau et de justifier, au cours d'une saison hivernale plus rigoureuse, l'injection de crédits additionnels dans le programme d'entretien;
- l'indemnisation applicable aux entreprises privées mandatées pour entretenir un réseau;
- les interventions rattachées à l'épandage de matériaux pour éventuellement réduire les dégradations de l'environnement (indice de sel);
- etc.

Il importe de noter que sur la question des indices hivernaux, il n'existe aucune classification internationale permettant d'établir un rapport objectif et cohérent sur les caractéristiques climatologiques qui ont de l'importance en termes de viabilité hivernale.



Résumé

3. Gestion hivernale des routes

Normes et réglementations

Une majorité des rapports nationaux répertoriés dans le présent recueil font état de législation routière (loi, règlement, arrêtés ministériels, code, règles constitutionnelles ou autres) encadrant les responsabilités et les activités d'entretien hivernal des différents gestionnaires de réseau. Ces responsabilités et ces activités sont souvent déclinées suivant différentes catégories de routes à entretenir en ayant pour objectif ultime d'assurer la libre circulation des biens et des personnes sur le territoire où elles s'appliquent.

Niveaux de service

On dénombre chez une forte majorité de gestionnaires de réseau l'utilisation d'au moins trois catégories de niveau de service hivernal. Certaines administrations en déclinent plus de trois. D'une façon générale, chaque niveau de service correspond à une finalité d'entretien différente souvent basée sur des volumes de trafic et la classification des différents réseaux existants (autoroutes, routes nationales, départementales, etc.).

Ces finalités sont parfois décrites avec précision (Canada, Danemark, Estonie, Finlande, Islande, Lettonie, Norvège, Canada – Québec, Suède) bien que les paramètres utilisés pour les exprimer puissent être très variés. Parmi ceux-ci, on trouve, par exemple, la caractérisation des états de la surface découlant d'un événement météorologique (route dégagée, partiellement dégagée, etc.) auxquels sont associés différents paramètres physiques permettant de juger du respect des niveaux établis (heure ou durée de retour à des conditions de référence, épaisseur maximale de neige, etc.). Des critères en matière de résistance au glissement sont également largement utilisés par certains pays nordiques (Finlande, Norvège, Suède, Islande).

Dans d'autres rapports, par exemple ceux de l'Autriche, de la Belgique, de la France, de l'Allemagne, du Japon, de la Slovaquie et de la Suisse, les exigences en matière de conditions de surface de la route sont moins définies ou ne sont pas définies de manière aussi précise. Cependant, les procédures d'entretien hivernal (type et moment de l'action, durée du salage) sont aussi établies sur la base de la classification des réseaux existants (caractéristiques de l'infrastructure, importance économique) ainsi que des conditions climatiques ou de circulation.

La description des objectifs finaux est un sujet d'importance pour les pays qui confient l'entretien hivernal à des compagnies privées. Ce descriptif permet de juger du respect des attentes qui leur sont signifiées et, conséquemment, du service offert à la population.

Les différences en matière de niveau de service d'entretien hivernal établi (« routes au noir » par opposition à « routes blanches ») par les différentes administrations routières sont souvent intimement liées aux attentes et à la densité de population desservie plutôt qu'à la sévérité des hivers. Dans les cas où la rigueur hivernale est importante, les moyens mis en œuvre pour respecter les niveaux de service offerts à la population demeurent toutefois tout aussi importants.

Normes en matière de produits et d'équipement

Des spécifications précises touchant les caractéristiques physiques des matériaux et leur utilisation sont décrites dans certains rapports nationaux (type et concentration des chlorures utilisés, granularité, taux d'humidité, conditionnement, quantité épandue). On y trouve également des données relatives aux modes d'approvisionnement du chlorure de sodium de même que les caractéristiques requises pour les abrasifs (sable, gravier, granulats de pierres concassées).

Les exigences techniques en matière d'épandeur (fixation, signalisation, systèmes d'entraînement et d'alimentation, capacité, épandage de sel humidifié) font également partie des centres d'intérêt des gestionnaires routiers. Certains gestionnaires utilisent des spécifications pour la fourniture, l'installation et l'entretien des équipements affectés à l'entretien des réseaux en période hivernale.

Norme relative à la main-d'œuvre

Des règles concernant les heures de conduite, de travail et de repos sont mises en évidence dans certains rapports nationaux. C'est le cas de la Suisse, de la Norvège, de la France, de la Belgique et du Canada – Québec. En établissant des durées maximales de conduite des engins de déneigement et des seuils de repos à respecter chez les opérateurs de ces engins, ces mesures concourent à limiter la fatigue chez les opérateurs de ces véhicules lourds et, par conséquent, ne peuvent que contribuer de façon positive au bilan routier.

Environnement

En raison des contraintes environnementales et écologiques qui s'accroissent, les rapports nationaux indiquent que plusieurs administrations routières mettent en place des mesures permettant d'optimiser l'utilisation de sel épandu sur leurs réseaux. Pour y arriver, il est capital de disposer d'un équipement de pointe (matériel de déneigement et de déglacage), mais également de connaître et, surtout, maîtriser les effets des paramètres météorologiques et



Résumé

routiers affectant le réseau (systèmes d'information météorologiques). En complément de ces mesures, plusieurs rapports font état de l'importance d'assurer une formation adéquate et régulière de l'ensemble des personnes engagées dans les opérations d'entretien hivernal.

Des restrictions d'utilisation du chlorure de sodium sont relevées dans certains rapports (Autriche, Suède). En effet, l'usage de fondants est interdit sur certains réseaux, notamment en raison de la sensibilité de certains milieux. Pour sa part, le Canada publiait en 2004 un code de bonne pratique sur la gestion environnementale des sels routiers. Au Québec (Canada – Québec), il est fait état non seulement d'une réglementation spécifique qui régit l'élimination des neiges usées, mais également d'une démarche visant à se doter d'une stratégie pour une gestion environnementale des sels de voirie.

Organisation et réalisation de l'entretien d'hiver

L'organisation et la réalisation de l'entretien hivernal varient grandement d'un pays à l'autre. Ainsi, à l'examen des rapports contenus dans le présent recueil, le lecteur sera à même d'observer :

- les différents niveaux organisationnels (centralisés, régionaux et locaux) des pays répertoriés malgré un objectif commun de maintenir la viabilité du réseau;
- les différentes formes de planification et d'organisation du travail;
- les différentes approches de gestion utilisées (régie interne par opposition à recours au secteur privé);
- les différentes méthodes d'entretien du réseau utilisées (épandage préventif, épandage curatif) selon la sévérité des phénomènes météorologiques rencontrés et, à l'occasion, des préoccupations environnementales.

Malgré ces disparités, tous les gestionnaires de réseau ont une responsabilité commune, soit celle de maintenir, malgré les aléas climatiques, la viabilité du réseau routier dont ils ont la responsabilité. Aussi, leurs décisions et celles de leur personnel doivent être prises d'une façon la plus juste possible de manière à garantir un service hivernal efficace et des routes sécuritaires, et ce, en utilisant le plus judicieusement possible les ressources mises à leur disposition. Plusieurs outils d'aide à la décision sont répertoriés dans les différents rapports nationaux. Parmi ceux-ci, on trouve, notamment :

- les systèmes météorologiques qui permettent de mesurer et de suivre les paramètres météorologiques et routiers qui ont une influence sur les conditions de chaussée offertes à l'utilisateur. Ces systèmes sont largement décrits dans de nombreux rapports nationaux;
- les prévisions météorologiques qui, à travers des ententes avec des organismes gouvernementaux ou privés, permettent d'anticiper les phénomènes météorologiques et de mieux planifier les opérations à effectuer.

Du sel sec, du sel humidifié et de la saumure sont généralement épandus sur les routes qui doivent être totalement dégagées de la neige et de la glace, notamment en raison d'un volume de trafic important. Les gestionnaires aux prises avec d'importantes chutes de neige ou de longues périodes de froidure utilisent également des abrasifs (sable ou un mélange de sable et de sel) sur des routes de montagne ou rurales. Le chlorure de sodium (NaCl - sel gemme, sel marin, sel raffiné, saumure) reste le produit de déglacage de base probablement en raison de son rapport coût-efficacité favorable. Le chlorure de calcium (solide ou saumure) et le chlorure de magnésium sont moins utilisés et le sont, entre autres, pour humidifier le chlorure de sodium.

Partenariat public-privé

Bien que l'entretien hivernal demeure à la base un service public, le recours au secteur privé pour la réalisation de cette activité semble bien ancré pour de nombreux pays.

Le niveau de privatisation est toutefois variable au chapitre des responsabilités qui sont confiées au secteur privé. En effet, les responsabilités vont de la privatisation de l'exécution (fourniture des camions avec opérateurs et parfois aussi l'épandeur) à l'entretien hivernal sur la plupart des parcours d'entretien (Suisse, Pays-Bas, Autriche, Canada – Québec, Belgique, Danemark, Italie) jusqu'à la délégation complète de tous les travaux d'entretien de la route (y compris l'entretien hivernal du réseau) à des entreprises privées (Estonie, Finlande, Lettonie, Norvège, Suède et Espagne).

Les accords contractuels ont une durée variant de 3 à 5 ans (jusqu'à 7 ans dans certains cas) et sont conclus à l'issue d'un processus d'adjudication publique. La responsabilité des entreprises à l'égard des travaux exécutés est souvent entière et l'évaluation de leur performance repose fréquemment sur les résultats obtenus (pays nordiques). En fonction du type de contrat, différentes exigences spécifiques s'appliquent quant au déneigement, au déglacage et, parfois, au service de patrouille sur le réseau.



Résumé

Évaluation des mesures d'entretien hivernal

L'évaluation des mesures d'entretien d'hiver observée dans les différents rapports nationaux prend diverses formes selon les objectifs poursuivis et les préoccupations des différentes administrations routières. Ainsi, elle peut prendre la forme :

- d'un indicateur de performance ou d'une norme de rendement permettant respectivement de contrôler la qualité du service hivernal offert à la population ou d'évaluer les activités d'entretien mises en place;
- d'une consignation et d'une analyse des coûts liés aux activités hivernales. Cette approche permet de bien mesurer les besoins d'exploitation des réseaux et d'en recentrer les actions visant le redressement, l'amélioration et la rentabilité des activités d'entretien. Ainsi, la saisie, l'analyse et l'exploitation des données sont spécifiquement couvertes dans les rapports nationaux;
- de systèmes de gestion organisés qui permettent, notamment, de documenter l'ensemble des interventions effectuées et d'estimer les moyens à mettre en place (matériels et humains) pour effectuer les différentes activités hivernales. L'introduction de différents capteurs embarqués à bord des véhicules d'entretien est un élément qui contribue largement à alimenter cette approche d'analyse;
- de guides d'inspection et de surveillance des travaux réalisés. Ainsi, certains pays réalisent, de façon quotidienne, des inspections aléatoires sur une partie du réseau routier;
- de mesures de conformité des prestations de service offert dans le cadre d'un partenariat public-privé afin de garantir la qualité du service qu'il propose;
- d'un recensement et d'une analyse des plaintes des usagers du réseau qui permettent la révision et la mise à jour de la stratégie d'entretien;
- des efforts consentis par les différentes organisations dans la mise sur pied de séances de formation à l'intention du personnel ou la mise en place d'outils d'aide à la décision;

- de dispositifs permettant de prévenir certains phénomènes hivernaux liés à la sécurité ou à la mobilité de l'utilisateur (prévention des avalanches, barrières de neige, élimination des neiges usées, chauffage des chaussées). L'utilisation des systèmes d'information météorologiques joue un rôle important dans la gestion des opérations d'entretien hivernal; des détails sur les récentes innovations sont donnés.

Les questions environnementales sont également largement abordées dans de nombreux recueils dont, notamment, la manière d'atteindre les objectifs communs de réduction des coûts et de l'impact sur l'environnement tout en maintenant un certain niveau de service à l'utilisateur.

Sécurité et information routière

Dans la très grande majorité des rapports nationaux, on fait état de l'importance accordée à informer l'utilisateur de la route des conditions susceptibles d'affecter, de retarder ou de compromettre ses déplacements. Ce partage d'information permet aux usagers de mieux comprendre les efforts et les moyens déployés par les différentes administrations routières pour maintenir et conserver la viabilité du réseau en conditions climatiques difficiles. Ces échanges contribuent également à la sécurité des usagers au cours de leurs déplacements.

De nature diverse selon les pays, l'information diffusée peut être catégorisée de la façon suivante :

- conditions météorologiques et routières;
- conditions de circulation (flux et densité du trafic);
- entraves à la circulation (travaux routiers, accidents);
- interruption et réactivation du service routier (fermeture et réouverture du réseau);
- temps de déplacement.



Résumé

Cette information est collectée de sources diverses et de différentes manières. Parmi les sources possibles, on dénombre :

- les prévisions météorologiques;
- les données provenant des systèmes d'information routiers (T° air, T° chaussée, vitesse et direction des vents, humidité et point de rosée, etc.);
- les caméras placées à des points stratégiques du réseau;
- la détection automatique des incidents;
- les ministères ou organismes responsables de réseau (travaux routiers);
- les forces policières;
- les lignes téléphoniques dédiées permettant à un usager de rapporter un incident ou une entrave sur le réseau;
- la détection par boucle de comptage.

Des centres d'information routiers ou de gestion de la circulation sont en activité dans de nombreux pays. Ces centres sont opérationnels 24 heures sur 24 et ils sont en contact permanent avec les gestionnaires routiers, les centres de prévisions météorologiques, les forces de police et les services d'urgence. Ils diffusent de l'information en temps réel par l'entremise de différents médias tels les panneaux à message variable (PMV), la radio, la télévision, le téléphone, les sites Web et les journaux. Pour certains, la diffusion des conditions météorologiques et routières s'étend au-delà des frontières du pays. En effet, un service d'information routière transnationale est offert avec la coopération des administrations routières de la Finlande, de l'Estonie, de la Lettonie et de la Lituanie (<http://www.balticroads.net>) afin d'informer les usagers de ces réseaux des conditions météorologiques de la région de la mer Baltique.

Pour faciliter et uniformiser la transmission de l'information aux usagers, certains pays (Espagne, Andorre et Canada – Québec) ont élaboré une terminologie ou une codification permettant d'informer l'usager des conditions ou situations auxquelles il pourrait s'exposer en maintenant son déplacement. On observe également, sur le continent nord-américain, la mise en service d'un numéro de téléphone abrégé 511 offrant l'accès rapide aux renseignements sur les transports (conditions routières hivernales, travaux routiers, incidents majeurs, etc.) et permettant ainsi aux usagers de mieux planifier leurs déplacements.

Sur le plan de la sécurité routière, l'utilisation du panneau à message variable (PMV) permet non seulement d'informer directement l'usager sur certaines conditions météorologiques et routières (T° , état de chaussée, glissance), mais également de lui communiquer différents messages à caractère préventif. Par exemple, lui faire part de certaines limitations de vitesse ou de la nécessité de recourir à l'utilisation de certains dispositifs hivernaux (chaînes ou pneus à neige).

Faire évoluer la mentalité des usagers de la route est également un point très important, et de plus en plus de campagnes d'information sont organisées pour les sensibiliser et les responsabiliser à la sécurité routière hivernale. Certains pays ont voulu attirer l'attention sur l'importance de réduire la vitesse lorsque l'on roule sur de la neige ou du verglas. En utilisant une approche informative, ces campagnes veulent encourager les usagers à la prudence en augmentant leur conscience des risques intrinsèques de la conduite en hiver et en leur expliquant comment modifier leurs habitudes.



Résumé

4. Recherche et études en cours

Les technologies nous offrent aujourd'hui une gamme étendue de moyens permettant d'obtenir en temps réel une information juste et concrète en provenance du réseau routier. Plusieurs gestionnaires de réseau examinent les possibilités offertes par ces nouveaux outils en mettant sur pied des projets de nature technologique. Les rapports font état de certains de ces projets visant l'optimisation des opérations d'entretien. Parmi ceux-ci, on trouve l'utilisation de différentes technologies et systèmes embarqués à bord de véhicules d'entretien hivernal permettant la collecte de données diverses (géopositionnement, données d'épandage, mesures d'adhérence, opérations effectuées, etc.). Dans un même ordre d'idées, le développement de systèmes d'intégration des données météorologiques, dont celles en provenance des véhicules utilisés par les usagers eux-mêmes, est en cours d'évaluation (États-Unis).

L'expérimentation de nouvelles méthodes d'épandage, l'utilisation de saumure et de systèmes d'aspersion automatique des chaussées, la qualification des épandeurs, les différents outils de modélisation en développement (répartition du sel sur la chaussée, prédiction de la température de la chaussée et de la profondeur de gel), l'approche de cartographie thermique des réseaux, les systèmes d'élimination de la neige sont autant d'éléments répertoriés dans les rapports nationaux et qui font actuellement l'objet de réflexion.

Du point de vue de l'organisation et de la gestion des réseaux, certains gestionnaires sont engagés dans un processus avec, comme but, la redéfinition de leur rôle dans la viabilité hivernale. Le partenariat public-privé (étendu) est dans ce cas-là considéré comme une option possible. D'autres pays, qui ont déjà chargé des entrepreneurs privés de l'entretien de leurs routes, sont en train de mettre au point des méthodes de supervision et d'évaluation. L'évaluation des mesures de lutte contre la neige et le verglas reste un sujet important (indice de sévérité hivernale, indice d'utilisation du sel, instauration d'un bonus de satisfaction du client) tout comme les considérations coûts-avantages portant sur l'opportunité et la rapidité des services hivernaux. Encore une fois, la protection de l'environnement demeure parmi les préoccupations de premier plan.

Dans de nombreux pays, des groupes de travail organisent des séances de formation et établissent des instructions et des directives pour aider les gestionnaires et les opérateurs routiers à garantir l'entretien des routes dans des conditions climatiques difficiles (aspects légaux, produits, équipement, rapports météorologiques, établissement de stations routières météorologiques).

Ainsi, pour de nombreux pays, la recherche, l'évaluation de nouvelles approches et de nouveaux procédés, la mise au point de nouveaux outils et la remise en question constante de leurs façons de faire constituent une réponse dynamique aux défis que pose le maintien de la viabilité du réseau en période hivernale. C'est en misant notamment sur ces éléments que chacun d'eux entend améliorer la performance et l'offre de service des systèmes de transport.



Résumé

Conclusion

Variable en intensité et en durée, l'hiver demeure toujours une saison imprévisible affectant non seulement le déplacement et la sécurité des usagers de la route ou des piétons, mais également gênant la libre circulation des biens et des services sur tout le réseau. Exposées aux intempéries hivernales, les infrastructures sont affectées par l'impact des moyens mis en œuvre pour les contrer, altérant du même coup leur durée de vie et, surtout, leur accessibilité et leur sécurité.

Dans pareil contexte, les gestionnaires de réseaux routiers ont une responsabilité commune, soit celle d'assurer la sécurité de tous les utilisateurs du réseau tout en conservant les infrastructures routières en bon état, favorisant ainsi le maintien et le développement des activités économiques et sociales sur tout leur territoire respectif. Pour y arriver, ils y consacrent d'importantes ressources financières, matérielles et humaines tout en assurant une recherche constante dans l'amélioration des façons de faire; de là l'importance d'une bonne planification des stratégies et des méthodes d'entretien hivernal. Dans un contexte de développement durable où les préoccupations à l'égard de la réduction des impacts environnementaux liés à la viabilité hivernale se font de plus en plus présentes, ce recueil constitue, pour tout exploitant de réseau, un outil de référence unique.

En effet, les thèmes couverts dans ce document abordent une foule de sujets susceptibles d'intéresser tout gestionnaire de réseau aux prises avec les rigueurs hivernales. Bien qu'il n'existe pas de bonne ou de mauvaise approche en matière d'entretien de réseau, le lecteur découvrira que chaque pays utilise ses propres méthodes en réponse aux contraintes auxquelles il est soumis et aux objectifs qu'il se donne.

Michel Brown, ing.
Ministère des Transports du Québec
Direction du soutien aux opérations

Au nom du Comité technique B5 sur la viabilité hivernale de l'AIPCR



Rapports nationaux

Base de données
sur la **neige**
et le **verglas**
2010



ALLEMAGNE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

L'Allemagne, située au centre de l'Europe, a des frontières avec les Pays-Bas, la Belgique, la France, le Luxembourg, la Suisse, l'Autriche, la République Tchèque, la Pologne et le Danemark; elle dispose d'accès à la Mer du Nord et à la Mer Baltique. La République fédérale d'Allemagne se compose de 16 États fédéraux, y compris les 3 « ville-États » (Berlin, Hambourg, Brême), de tailles différentes, 71 000 km² pour la Bavière et 2 700 km² pour la Sarre. Chaque État allemand a sa propre constitution et ses propres services publics. Chaque État possède son Administration routière.



Routes fédérales existantes (gris), en construction (bleu) ou en plan (rouge)

Superficie		356 700 km²	
Latitude		De 47° 16' à 55° 03'N	
Population		82,1 millions	
Longueur du réseau routier	Routes fédérales principales	Autoroutes fédérales (Autobahnen 4 et 6 voies)	12 500 km
		Routes fédérales importantes	40 700 km
	Autres routes subventionnées	Routes des États	86 600 km
		Routes des Comtés	91 500 km
		Routes communales et urbaines	413 000 km
	Total		644 300 km
Capitale		Berlin	
Latitude (capitale)		52° 30' N	
Population		3,4 millions	

1.2 Réseau routier et circulation

Durant les dernières décennies, l'Allemagne a été confrontée à une énorme augmentation du trafic sur les routes. Aujourd'hui la route supporte plus de 90 % du trafic passager (passager-kilomètre) et 67 % du trafic commercial de marchandises (tonnes-kilomètre), le reste se répartissant entre le rail, les voies navigables et le transport aérien. Les autoroutes en Allemagne (dénommées « autobahn »); comptent 12 500 kilomètres, et supportent plus de 40 % du trafic des réseaux ruraux et interurbains (autoroutes fédérales, routes principales fédérales et locales et réseau secondaire), bien que ne représentant que 6 % de l'ensemble du réseau routier.

L'énorme augmentation du trafic de ces dernières années va encore continuer du fait des politiques futures et du développement économique et, en particulier, du processus d'unification européenne. On prévoit, au cours des prochaines années, que l'expansion de l'Union européenne vers l'est augmentera considérablement le trafic dans le pays de transit qu'est l'Allemagne, en raison de la coopération économique accrue.



ALLEMAGNE

L'accroissement du réseau routier au cours des dernières années et de l'avenir rapproché ne suit pas l'augmentation du trafic. En conséquence, il augmente et la congestion suit.

Assurer la sécurité, optimiser les conditions de conduite et maintenir une capacité suffisante des routes principales toute l'année et même en hiver est d'une importance cruciale. Par conséquent, les opérations routières et particulièrement l'entretien hivernal vont prendre de plus en plus d'importance.

Les administrations d'État sont responsables de la planification, de la construction et de l'entretien comprenant la viabilité hivernale des autoroutes et routes fédérales ainsi que certaines routes nationales. Le ministère fédéral du Transport est responsable de la gestion technique et administrative des routes fédérales principales.

Catégorie de la route		Propriété et engagement financier pour la planification, la construction et l'entretien	Administration pour la planification, la construction et l'entretien
Routes fédérales principales	Autoroutes fédérales	Gouvernement fédéral	États fédérés pour le compte du gouvernement fédéral
	Routes fédérales		
Routes des États		États fédérés	États fédérés
Routes des comtés		Comtés	Comtés Partiellement états fédérés pour le compte des comtés
Routes communales / urbaines		Communes/ Villes	Communes/ Villes

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

L'Allemagne a un climat modéré, avec des changements de temps caractéristique. Des plaines du nord-ouest aux régions orientales du sud, il y a une transition progressive d'un climat maritime à un climat continental. Les vents et les précipitations venant de l'ouest sont durant toute l'année l'une des caractéristiques du climat. Des vents continentaux froids et des tempêtes de neige venant de l'Europe orientale sont typiques dans le sud-est de l'Allemagne. Dans les basses terres du nord, les précipitations annuelles s'élèvent de 500 mm à 700 mm dans la moyenne montagne, dans la partie médiane du pays elles sont comprises entre 700 mm et 1 500 mm dans le sud, près de la région alpine elles vont jusqu'à 2 000 mm.

Les variations quotidiennes et annuelles de la température ne sont pas extrêmes, excepté dans le sud-est de l'Allemagne et dans la région alpine. Les températures moyennes en janvier varient de +1,5 °C à -0,5 °C en plaine; dans la région alpine, la température moyenne peut descendre en dessous -de 6 °C, selon l'altitude (voir le tableau ci-dessous).

Le climat allemand a ceci de typique qu'il se situe souvent autour du point de congélation, avec de fréquents cycles de gel et de dégel. Cela crée de nombreuses difficultés pour l'entretien hivernal.

Stations météorologiques (proches des autoroutes) (m au dessus du niveau de la mer)		Données météorologiques (moyennes sur 30 ans) - Période hivernale -									
		Températures minimales quotidiennes moyennes [°C]				Précipitations moyennes [mm]					
		Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Total	Total annuel
1	Kiel (17 m)	- 0,3	- 2,1	- 1,8	0,4	74	65	40	54	233	777
2	Schwerin (59 m)	- 0,9	- 2,6	- 2,1	0,3	55	46	33	42	176	620
3	Hannover (53 m)	- 0,7	- 2,2	- 2,0	0,3	60	52	37	48	197	665
4	Berlin (48 m)	- 1,0	- 2,7	- 2,1	0,7	53	43	34	37	167	584
5	Bonn (62 m)	1,0	0,0	0,5	2,6	52	47	37	46	182	678
6	Erfurt (312 m)	- 2,2	- 3,6	- 3,4	- 0,5	30	25	26	36	117	492
7	Frankfurt (112 m)	- 1,0	- 2,1	- 1,6	0,9	54	44	40	51	189	658
8	Hof (474 m)	- 3,3	- 5,0	- 4,5	- 1,8	63	53	44	47	207	708
9	Stuttgart (373 m)	- 2,2	- 3,3	- 2,4	0,3	48	44	42	44	178	719
10	München (527 m)	- 3,7	- 5,1	- 4,0	- 0,8	60	53	52	56	221	967
11	Villingen – Schwenningen (720 m)	- 3,5	- 5,0	- 4,5	- 2,5	85	77	74	68	304	915
12	Kempten (705 m)	- 5,1	- 6,2	- 5,0	- 1,9	90	83	78	79	330	1273
13	Bad Reichenhall (455m)	- 4,0	- 6,5	- 4,5	- 1,0	128	125	110	120	438	1665
14	Garmisch-Partenkirchen (719 m)	- 5,7	- 6,5	- 5,1	- 2,3	92	85	77	96	340	1364



ALLEMAGNE

Des chutes de neige importantes ont lieu seulement dans des régions montagneuses et leurs abords. La Bavière, État le plus méridional comprenant la bordure nord des Alpes est donc la région la plus enneigée de l'Allemagne et nécessite un entretien hivernal de novembre à avril, alors que les autres régions allemandes sont soumises moins longtemps aux intempéries hivernales. Mais même en Bavière, il y a de grandes variations de quantité de chutes de neige au sein de l'État. Elles s'établissent comme suit :

État de Bavière	Chute de neige annuelle cumulée (Mesure aux centres d'entretien autoroutiers)	
	Moyenne des derniers hivers	Maximum : Hiver 2005/06
Région alpine	440 cm	1030 cm
Régions montagneuses de faible altitude	210 cm	645 cm
Basses terres, vallées fluviales	50 cm	125 cm

Une grande partie des régions centrale et nordique de l'Allemagne reçoit la même quantité de neige que les plaines et les vallées fluviales de l'Allemagne méridionale. D'autres caractéristiques du climat sont la grande variation de la rigueur des hivers consécutifs, tant en température qu'en quantité de chutes de neige. Les problèmes principaux de viabilité hivernale concernent les variations de température autour de 0 °C et les courtes, mais intenses chutes de neige.

2.2 Indice hivernal

En 1995, l'Institut de recherche fédéral sur les routes a réalisé une étude pour déterminer un indice hivernal devant établir une corrélation entre la rigueur de l'hiver et la consommation de sel utilisé pour le déneigement et le déglacage, de même que pour vérifier l'efficacité de la technologie du sel humidifié.

L'étude a révélé que les plus importants facteurs de consommation de sel étaient la fréquence et l'importance des chutes de neige dans les régions qui en reçoivent. Dans les régions moins enneigées, le facteur important était le nombre de passages de la température par 0 °C.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'obligation légale de réaliser un entretien hivernal résulte d'un devoir général issu du Code civil allemand. Elle est reprise dans les lois fédérales (Bundesfernstraßengesetz), les lois d'État (Straßen und Straßenreinigungsgesetze der Länder) et dans les statuts des villes.

Des règlements au sujet des exigences, de l'organisation et de la réalisation de l'entretien hivernal sont précisés dans les *Directives pour l'exécution de l'entretien hivernal* (Richtlinien für den Winterdienst auf Straßen, Entwurf 2009).

Les durées d'opération des engins de déneigement sont :

Autoroutes et routes à grand trafic raccordées au réseau autoroutier	2 heures (tous les jours, la journée durant)
Échangeurs autoroutiers	2 heures (tous les jours, la journée durant)
Routes fédérales et routes d'État	3 heures (tous les jours de 6 h à 22 h)



ALLEMAGNE

Pour des activités d'épandage du sel, des périodes d'opération distinctes, plus courtes, sont prévues. Les niveaux d'exigence sont précisés dans le tableau suivant.

Niveau des exigences pour l'entretien hivernal				
Type de circulation	Période de maintien	Condition météo ou état de la route		
		Chute de neige, routes gelées, givre	Intenses chutes de neige continues	Congères importantes, avalanches, pluie verglaçante
1 Autoroutes fédérales et sections routières qui sont en connexion avec le réseau autoroutier et une circulation importante	Tous les jours, 24 h par jour	Toutes les voies, les échangeurs, les sorties et les accès praticables; zones de stationnement et accotements passables	Au moins une voie ouverte par sens de circulation, sur les accès, sorties et échangeurs importants, ainsi que sur les routes d'accès aux centres de service; avec l'utilisation de chaînes si nécessaire. La praticabilité des zones de stationnement sans service ne peut pas être garantie.	La circulation ne peut être garantie
2 Routes rurales importantes, route avec un pic de trafic important, routes supportant des transports en commun	de 6 à 22 h (quotidiennement)	Praticable	Praticable, à l'aide de chaînes si nécessaire. Sur les routes principales à plusieurs voies, une voie par sens de circulation au moins est dégagée	
3 Autres routes rurales	Appropriée au besoin du trafic local	Circulable	Praticable, à l'aide de chaînes si nécessaire	
4 Trottoirs, piste cyclable, voie multifonction	Appropriée au besoin du trafic local	Praticable, utilisable par les piétons	La circulation ne peut être garantie	
5 Zones de stationnement en connexion avec d'autres routes importantes	Appropriée au besoin du trafic local	Passable	La circulation ne peut être garantie	

« Praticable » signifie que les conducteurs peuvent s'attendre à des obstructions, résultant de neige résiduelle ou du temps nécessaire aux opérations d'entretien, voire des enneigements locaux; ils peuvent aussi rencontrer des sections de routes glissantes en raison de givre ou de gel, même après épandage.

« Utilisable par les piétons » : une voie est dégagée de neige et de verglas pour permettre aux piétons de se croiser en toute sécurité ($\pm 1,0$ à $1,2$ m).

« Passable » sur les zones de stationnement et les accotements signifie que l'on peut y circuler ou y stationner, moyennant une conduite adaptée à l'état de la chaussée.

« Appropriée au besoin du trafic local » signifie que l'entretien hivernal est assuré aux périodes où la circulation l'exige. Dans certains cas, cela signifie qu'aucun traitement hivernal n'est réalisé.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'organisation et la planification des activités de service hivernal doivent faire l'objet d'anticipation, car le début et la rigueur de l'hiver ne peuvent pas être programmés. La viabilité hivernale doit fonctionner efficacement dès le début de l'hiver. Seule une planification soignée garantit une réalisation optimisée d'un point de vue économique de la viabilité hivernale. Par conséquent, une planification doit être prévue en amont.

Plans prioritaires

Ces plans règlent les priorités et l'intensité des traitements sur les différentes routes du réseau et prescrivent quels agents – fondant ou abrasifs – doivent être employés sur ces routes.

Des priorités sont nécessaires, particulièrement dans des secteurs urbains parce que le service hivernal ne peut pas être effectué partout simultanément. Les critères utilisés sont :

- catégorie de route (autoroutes, routes fédérales, etc.) ; dans les villes principales, routes secondaires, rues résidentielles;
- trafic quotidien moyen;
- types de circulation (routes avec transport en commun ou autobus d'école, voies d'accès à des stations-service, etc.);
- les points particuliers (pentes, courbes dangereuses et croisements, points susceptibles d'être glissants, ponts, routes en forêts, des routes ombragées).

Plans pour le déneigement et le salage

Ces plans assignent le personnel, le matériel pour le service hivernal pour les itinéraires en fonction des priorités. On prépare plusieurs plans pour différentes conditions de la météo et différentes tâches.



ALLEMAGNE

Programme de mise en astreinte et de travail du personnel

Ces plans régulent au jour le jour ou à la semaine et pour chaque semaine, la mise en astreinte du personnel permettant une mise à disposition rapide en dehors des heures habituelles de travail, en vue de satisfaire les exigences des niveaux de service.

Le service 24 h par jour sur autoroute exige des horaires de travail.

Stratégie de déneigement et de déglçage

La stratégie de viabilité hivernale en Allemagne pour les routes rurales et urbaines principales est la mise au noir, c'est à dire de disposer de chaussées ou de trottoirs exempts de neige ou de verglas le plus tôt possible, cela afin de maintenir le flot de circulation aussi longtemps que possible et d'améliorer la sécurité des usagers. Cette politique s'appelle « politique de la chaussée noire ».

Dans les cas où l'on peut prévoir la formation de glace sur les chaussées à brève échéance en se basant sur les prévisions de la météo, cette politique préconise un traitement préventif de salage que l'on utilise de plus en plus depuis quelques années.

Sur les routes secondaires et sur les routes de classe inférieure, dans les zones urbaines ou dans les municipalités, où l'on autorise des vitesses inférieures, on pratique un « entretien hivernal différencié ». Selon la fonction et le trafic de ces routes et compte tenu des conditions météorologiques, il y a une gradation de l'entretien; on utilise des fondants sur les plus importantes de ces routes, mais seulement l'enlèvement de la neige, sans aucun épandage, sur les chemins moins importants et les rues résidentielles.

L'épandage d'abrasifs utilisé dans le passé est devenu de moins en moins fréquent au cours des dernières années. Une étude faite pour le compte du Umweltbundesamt allemand (Organisme fédéral de l'environnement) a fait état qu'en analysant le cycle de vie de différents matériaux, les fondants sont moins dommageables à l'environnement que les abrasifs. De plus, d'autres études ont démontré que le risque d'accident sur les chaussées traitées aux fondants plutôt qu'aux abrasifs était de beaucoup inférieur, dans les zones urbaines et dans les pentes raides. Quant aux rues résidentielles où la circulation est faible et lente, l'absence d'épandage ne pose aucun problème.

L'optimisation de la gestion de la viabilité hivernale nécessite des observations et des prévisions météorologiques relatives à l'état des routes en temps réel. L'observation et la surveillance détaillées de la route par "le système national d'informations météorologiques – SMR (Straßenzustands-und Wetterinformationssystem – SWIS) est courante aujourd'hui en Allemagne.

Le SMR combine des prévisions météorologiques synoptiques provenant du service météorologique allemand (Deutscher Wetterdienst – DWD) avec des données obtenues des stations et des installations locales de détection du verglas sur tout le réseau routier. Les résultats sont des prévisions séparées par secteurs en fonction de la climatologie locale. Le DWD fournit, plusieurs fois par jour, des prévisions météorologiques à moyen (3 jours) et court terme (24 h) aux centres d'entretien routiers. En outre, des alarmes sont fournies lorsque des événements critiques non pris en compte dans les prévisions classiques sont observés ou prévus à très court terme. L'information est distribuée par le réseau informatique et rejoint directement les postes de travail SMR dans les centres d'entretien.

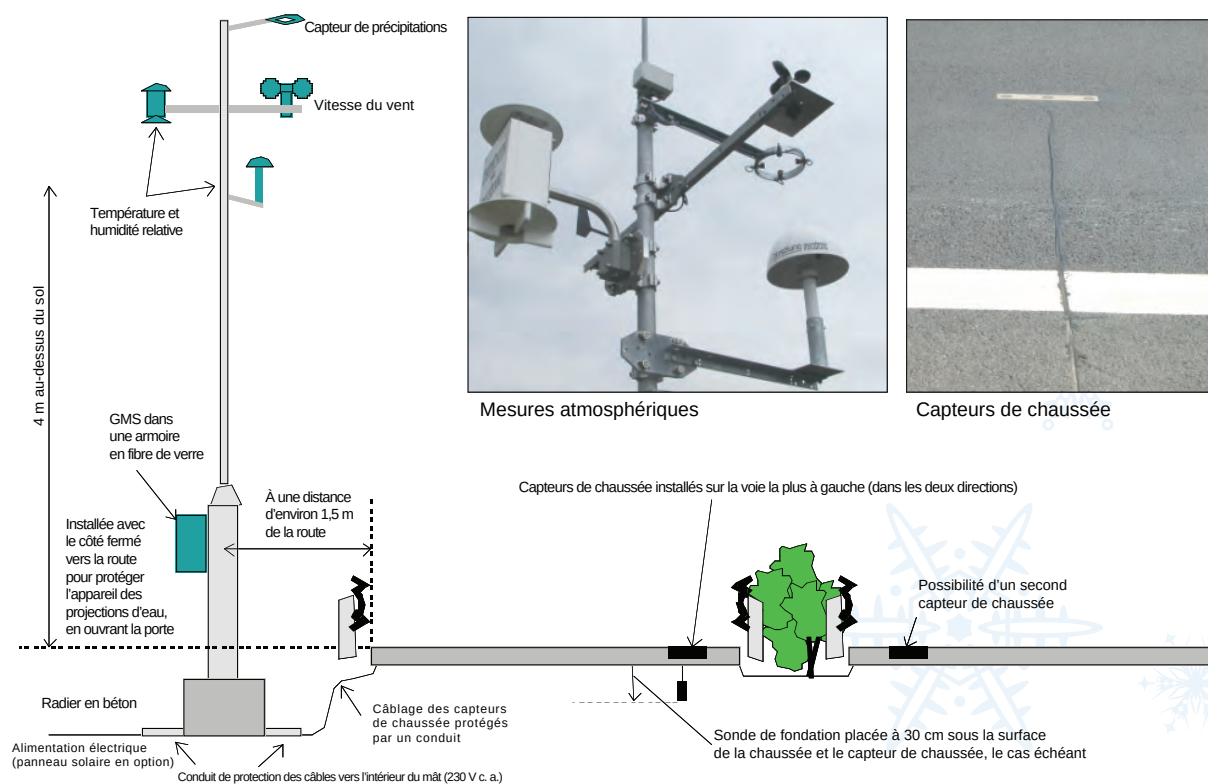
Des améliorations sont en cours pour étendre la couverture de stations routières de surveillance disposant de capteurs de détection du verglas à tous les points critiques du réseau. En ce moment, des stations de météo routière existent surtout sur les autoroutes, mais aussi sur d'autres routes rurales, pour un total d'environ 1 000 stations en Allemagne.

En complément, les centres d'entretien disposent d'informations et de données issues de leurs stations météorologiques équipées de sondes atmosphériques et de surface. Les données suivantes sont mesurées et fournies :

- température de l'air;
- température de surface de la route;
- humidité relative;
- température du point de rosée (calculé à partir de la température de l'air et de l'humidité relative);
- précipitation (type, intensité);
- état de la chaussée en option :
 - la température du corps de chaussée à diverses profondeurs;
 - vent (direction, vitesse);
 - température de congélation;
 - sel résiduel.



ALLEMAGNE

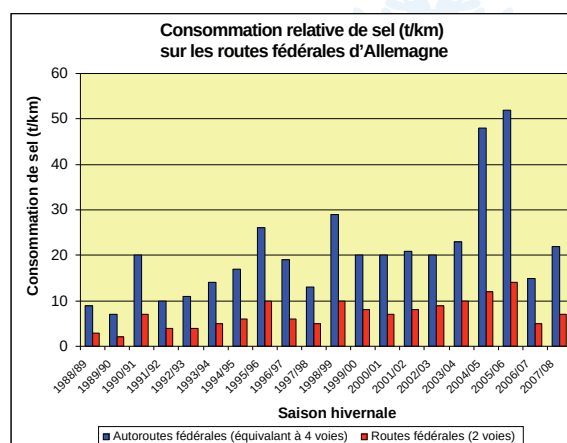


Référence : Institute for Highway and Railroad Engineering, Universität Karlsruhe
Station météorologique équipée de capteurs atmosphériques et de capteurs de chaussée

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Selon la variabilité des conditions climatiques lors de différentes périodes hivernales, les consommations de sel et les dépenses de viabilité hivernale peuvent être très différentes. Les données suivantes concernent les autoroutes et les routes fédérales. Les hivers 2004-2005 et 2005-2006 ont été les plus durs des 20 dernières années avec des chutes de neige très abondantes, ce qui s'est traduit par une forte consommation de sel et des coûts élevés.

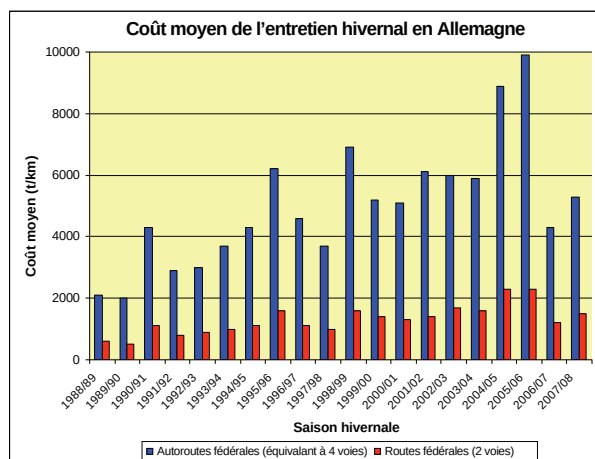
En moyenne, au cours des 20 dernières années, on a épandu 21 t/km de sel sur les autoroutes et 7 t/km sur les autres routes chaque hiver. Les coûts ont été de 5000 € par kilomètre pour les autoroutes, contre 1300 € pour les autres routes.



Il n'y a pas de budget spécial pour la viabilité hivernale, seulement un budget annuel globalisé pour l'entretien des routes. Les dépenses annuelles variables doivent être couvertes par le budget global. Cela signifie qu'après un hiver rigoureux, d'autres tâches d'entretien routier doivent dans une certaine mesure être reportées. Après des hivers particulièrement rigoureux, des budgets complémentaires sont nécessaires.



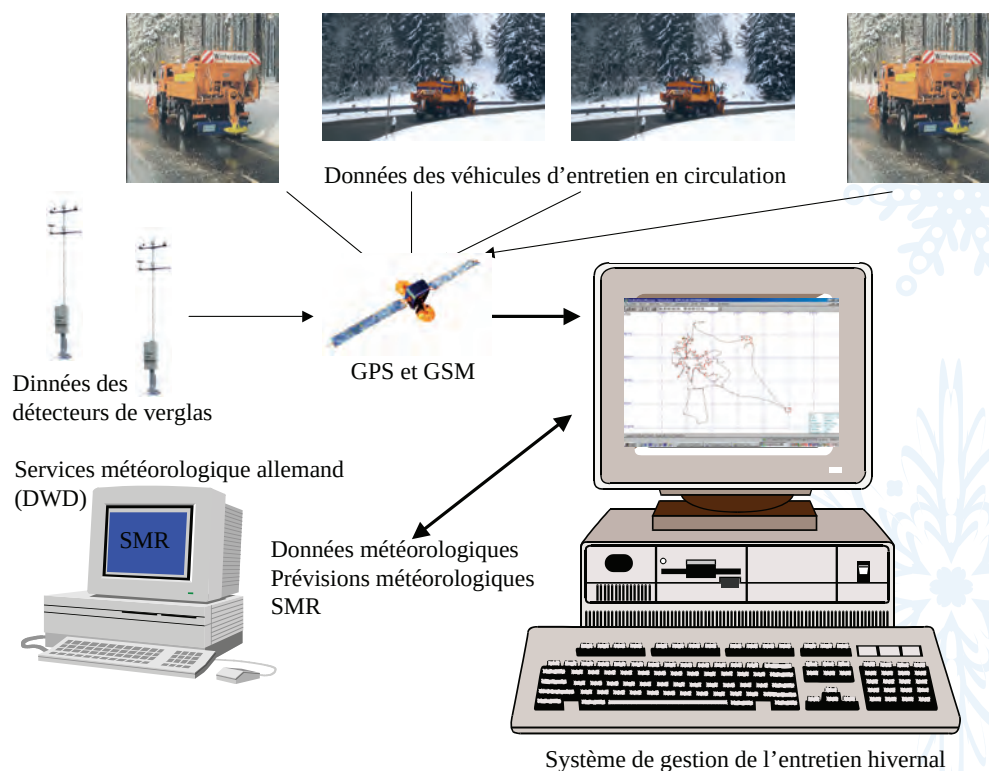
ALLEMAGNE



Au cours de la dernière décennie, on a mené de nombreuses recherches pour optimiser l'entretien hivernal, réduire les coûts et les impacts environnementaux. L'utilisation de sel préhumidifié avec 30 % de saumure est maintenant une technique courante en Allemagne.

Aujourd'hui, on recommande les quantités de sel (préhumidifié) suivantes, comme pratique courante.

- épandage préventif sur chaussée sèche 5 - 15 g/m²
- épandage préventif sur chaussée humide 5 - 40 g/m²
- givre (congélation) et routes légèrement verglacées 5 - 30 g/m²
- verglas ou après pluie verglaçante 15 - 40 g/m²
- chute de neige/neige 20 - 40 g/m²
- avant une pluie verglaçante 30 - 40 g/m²



Système de gestion de l'entretien hivernal utilisant des données recueillies par les véhicules d'entretien en service

ALLEMAGNE

3.4 Sécurité et informations routières

L'information sur les prévisions météorologiques et l'état des routes est disponible sur plusieurs systèmes tels que la radio, la télévision, Internet et le téléphone. De plus, les conducteurs seront informés par radio, s'il s'avère nécessaire d'utiliser des chaînes ou si les conducteurs de poids lourds, particulièrement ceux qui transportent des matières dangereuses, doivent s'arrêter à la prochaine aire de stationnement ou de repos.

Dans des régions montagneuses, la signalisation indique si les cols sont fermés et si les pneus d'hiver ou les chaînes sont obligatoires.

Sur plusieurs sections d'autoroute, des PMV ou panneaux à messages variables sont également employés pour la sécurité routière, comme pendant les chutes de neige ou en présence de chaussées glissantes.

On déploie de plus en plus de systèmes de gestion de l'entretien hivernal dans les États allemands. L'utilisation de toutes les données du système SMR, des systèmes d'alerte au verglas et celles qui proviennent des véhicules d'entretien en service, peut améliorer l'entretien hivernal.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Il y a actuellement plusieurs projets de recherches ou études en cours en Allemagne pour améliorer la gestion de l'entretien hivernal et les mesures prises.



Optimisation du temps de chargement par l'utilisation de silos de stockage verticaux

À la suite de l'accroissement considérable du trafic sur les autoroutes allemandes, les niveaux de service en viabilité hivernale pour les sections fortement achalandées ou posant des problèmes particuliers sont devenus très élevés. La réussite des interventions de service hivernal dans ces zones contribue notablement à éviter ou au moins à diminuer les restrictions de circulation et ainsi les coûts induits aux usagers. Un entretien hivernal précoce et rapide améliore la sécurité routière et diminue les coûts micro-économiques et économiques du transport des personnes et des marchandises, en raison de la réduction du nombre des accidents, des pertes de temps, etc.

C'est pourquoi on a poursuivi plusieurs projets de recherche au cours des dernières années sur la circulation routière et l'entretien des routes en hiver en Allemagne. Ils traitaient des sujets suivants :

- écoulement de la circulation et capacité routière en conditions hivernales;
- congestion routière hivernale;
- sécurité routière en hiver;
- mesures visant l'optimisation de l'entretien routier hivernal;
- circulation routière et entretien routier hivernal aux échangeurs et aux intersections.

Il y a plusieurs mesures susceptibles d'optimiser l'entretien hivernal. On a réalisé plusieurs projets pilotes :

- utilisation de systèmes mobiles d'aspersion de fondants;
- utilisation de véhicules à haute performance;
- réduction des temps de chargement;
- systèmes spéciaux de guidage des camions dans les régions neigeuses.



Déneigement en échelon à l'aide de véhicules d'entretien hivernal à hautes performances



ALLEMAGNE

Un autre centre d'intérêt important dans les dernières années a été l'optimisation des techniques d'épandage. On a étudié les questions suivantes :

- répartition de l'épandage selon les différentes techniques d'épandage, les vitesses et les largeurs;
- optimisation de la répartition de l'épandage;
- exigences et méthodes d'essai des épanduses;
- durée du dépôt de sel sur la chaussée et facteurs influençant celle-ci;
- équipement d'épandage de saumure, méthodes et domaines d'utilisation.

L'objectif est d'en arriver à de meilleures techniques d'épandage et de préparer des recommandations à l'intention des utilisateurs.



Zone d'essai sur la répartition de l'épandage



Épanduse qui peut distribuer du sel préhumidifié ou de la saumure seule.



ANDORRE

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

La Principauté d'Andorre est un micro État (468 km²) situé entre l'Espagne et la France, au milieu de la chaîne de montagnes des Pyrénées. La population actuelle dépasse les 85 000 habitants, soit une densité de 182 habitants/km²; elle est surtout concentrée au fond des vallées. Les secteurs économiques les plus importants comprennent la construction et ses activités connexes, le secteur financier et, surtout, la restauration et le commerce. Chaque année, plus de onze millions de touristes visitent le pays; de ce nombre, environ 80 % partent le même jour et 20 % restent au minimum une nuit dans le pays. Ils sont attirés surtout par l'offre commerciale et par la pratique des sports de montagne, particulièrement en hiver; la Principauté d'Andorre possède la concentration la plus importante de stations de ski des Pyrénées, avec 315 km de pistes.

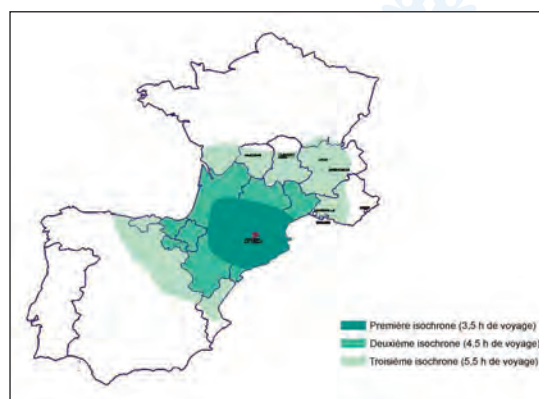


1- Carte routière officielle

Le pays est divisé administrativement en sept communes : Canillo, Encamp, Ordino, la Massana, Andorra la Vella, Sant Julià de Lòria et Escaldes-Engordany. Plus de la moitié de la population du pays se concentre dans les deux grandes agglomérations d'Andorre-la-Vieille, la capitale du pays, et des Escaldes-Engordany.

1.2 Réseau routier et circulation

Les communications vers l'extérieur se font uniquement par la route, à partir des deux voies frontalières. Vers l'Espagne, la route mène à la frontière de la rivière Runer, à environ 800 mètres d'altitude; ce point est situé à 140 km de la ville de Lleida ou à 200 kilomètres de Barcelone. La communication avec la France est plus difficile, car la frontière se trouve au Pas de la Casa, à 2 000 mètres d'altitude, rendant la circulation plus compliquée pendant les mois d'hiver. Les villes françaises les plus proches sont Perpignan à 170 km et Toulouse à 190 km.



2- Courbes isochrones d'accès à la Principauté

À peine plus de 40 km séparent la frontière espagnole de la frontière française. Cette route passe par la capitale, où la circulation moyenne avoisine les 100 000 véhicules par jour. L'autre voie principale est celle qui va d'Andorre-la-Vieille à la paroisse d'Ordino. Le reste du réseau routier se compose, presque uniquement de routes de haute montagne.

ANDORRE

2. Données climatiques

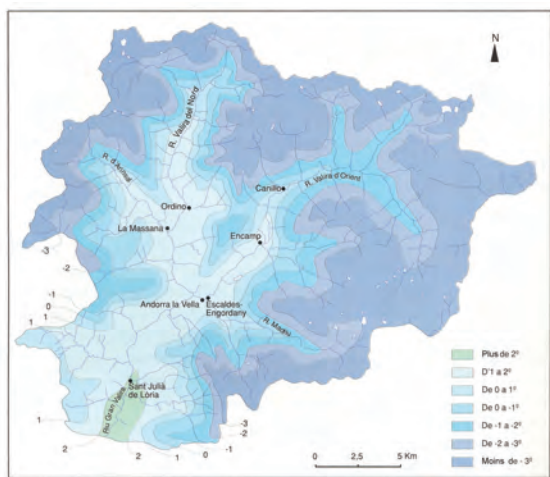
2.1 Aperçu des zones climatiques

D'un point de vue régional, on peut inclure la Principauté d'Andorre dans la sphère du climat méditerranéen; cependant, il faut prendre en compte toute une série de facteurs géographiques qui influent sur le climat de manière importante.

En premier lieu, le relief et l'important gradient altitudinal de la Principauté. Une grande partie du pays se situe à 2 000 m, altitude où règnent les climats de montagne; les précipitations y sont plus élevées que dans les vallées, les températures plus basses, l'amplitude thermique plus importante, le vent plus présent. À partir de 2 000 – 2 200 m, la neige est susceptible de tomber de décembre à avril, de façon régulière. La situation est différente pendant la partie la plus chaude de l'année, surtout l'été, quand l'activité convective génère des précipitations de haute intensité, souvent sous forme de tempêtes de courte durée.

L'autre facteur géographique important à prendre en compte est la situation de l'Andorre par rapport à la mer. La proximité de l'océan Atlantique favorise l'entrée de vents humides par le versant français des Pyrénées. Cette caractéristique entraîne d'importantes précipitations sous forme de neige, pendant la saison hivernale, surtout sur les montagnes de la moitié nord du pays. L'Andorre est sous l'influence des climats tempérés, en fonction des précipitations, surtout l'hiver. Ces advections septentrionales arrivent plus difficilement dans la moitié sud, laquelle subit davantage l'influence de l'entrée de masses d'air humides méditerranéennes et se situe à un degré continental plus élevé.

Finalement, on peut dire que le climat d'Andorre reste défini par les régimes: montagneux – méditerranéen – tempéré.



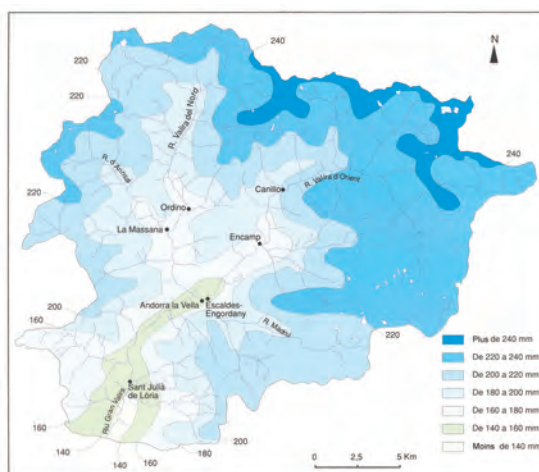
3- Températures moyennes du mois de janvier en Andorre (Raso, 1999).

2.2 Données climatiques particulières

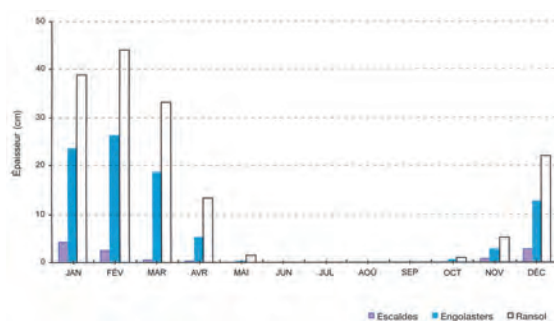
Selon les cartes 3 et 4, qui nous montrent les données moyennes des précipitations et des températures pendant la période froide annuelle en Andorre, on peut voir que les secteurs nord et est de la Principauté sont les zones où se concentre la probabilité maximale de neige au sol.

Le graphique 5 nous renseigne sur les mois de plus grande accumulation de neige au sol et particulièrement les mois de janvier, février et mars.

Pour conclure, signalons que les quantités maximales d'averses de neige accumulées en 24 heures durant la période 1986-2003, ont été de 85 cm à 2 100 m d'altitude (Pas de la Casa), de 56 cm à 1 600 m d'altitude (Ransol) et de 40 cm à 1 100 m d'altitude (Escaldes).



4- Précipitations moyennes du mois de janvier en Andorre (Raso, 1999)

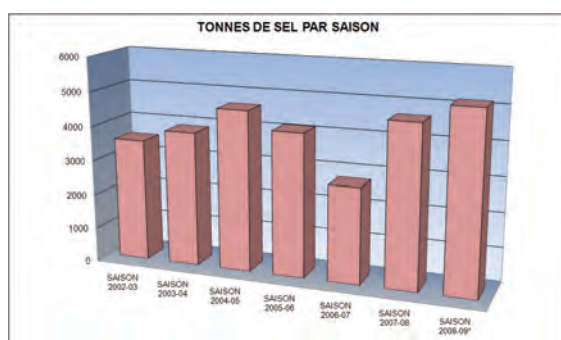


5- Distribution mensuelle de l'épaisseur de neige moyenne à Escaldes (1 100 m), Engolasters (1 600 m - ensoleillé) et Ransol (1 600 m - sombre) (Raso, 1999)

ANDORRE

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Le gouvernement s'occupe de l'entretien des routes directement avec ses équipes, et il utilise des indices qui ne sont pas basés uniquement sur les conditions météorologiques pour quantifier les difficultés causées par l'hiver. Les chutes de neige et les quantités de sel utilisées sont la référence pour évaluer la rigueur de l'hiver.



6- Graphique des tonnes de sel par saison

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Classement des routes.

Les routes sont classées en deux types:

- Les routes générales, propriété du gouvernement;
- Les routes secondaires, qui appartiennent aux corporations locales, les communes.

Obligation légale

En tant que propriétaire, l'administration centrale a l'obligation de veiller sur les routes générales qui assurent la circulation dans l'ensemble du pays. D'après la loi de délimitation des compétences, c'est le gouvernement qui doit aussi assurer l'entretien des routes secondaires

Niveaux de service

En période hivernale, le ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et de l'Environnement détermine le niveau de service en fonction de deux critères : la classe fonctionnelle de la route et l'intensité moyenne journalière (IMJ) de la circulation.

Niveau de service	Classe de route
Niveau de service 1 : route dégagée en tout temps	Routes générales et routes secondaires avec une forte IMJ.
Niveau de service 2 : route toujours dégagée pendant le jour et partiellement dégagée la nuit.	Routes secondaires

Parler de route dégagée dans le domaine de la viabilité hivernale, c'est parler de la stratégie de la « chaussée noire ». C'est-à-dire que, lorsqu'il tombe des averses de neige, l'objectif est d'arriver le plus tôt possible à éliminer la neige et le verglas de la route. Les nouvelles technologies et un plus grand parc de machines nous aident à mieux maîtriser les événements météorologiques et à raccourcir les délais d'intervention.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'Andorre possède une longue tradition dans la gestion de la viabilité hivernale et partage volontiers son expérience en matière de déneigement avec les pays voisins en leur venant en aide lors de situations extrêmes. Cela fut le cas lors des grandes averses de neige en Catalogne (Espagne), dans les années 1962 et 2001.



7- Col d'Envalira, 1960

Tout l'entretien des routes, en ce qui concerne la viabilité hivernale, est géré par les équipes du gouvernement. Les équipes communales s'occupent uniquement des rues à l'intérieur des agglomérations. Toutefois, il faut remarquer la bonne coopération qui existe entre les sept communes et l'administration centrale dans ce domaine.



ANDORRE

Organisation sectorielle du déneigement

La forme en « Y » du réseau routier, qui suit les fonds des vallées, conditionne la division sectorielle. D'après les caractéristiques physiques et climatiques, on a divisé les équipes de viabilité hivernale (V.H.) en deux secteurs :

- Secteur Vallée du Nord, avec un réseau de 200 km de route;
- Secteur Vallée d'Orient, qui n'a qu'un réseau de 70 km, mais qui doit assurer en permanence l'ouverture du col d'Envalira à 2 408 m d'altitude.

Programme de travail du personnel

L'organisation et les plans de travail du personnel de viabilité hivernale sont programmés en fonction du secteur :

- Dans la Vallée du Nord, tout le personnel travaille en astreinte ou sur appel. Il y a déjà quelques années que l'on a augmenté l'effectif pour offrir les niveaux de service exigés, car dans le cas d'averses de neige continues (plus de 2 jours) nous avons des difficultés à fournir des équipes de travail suffisantes, notamment de nuit. Il ne faut pas oublier que ces équipes assurent le déneigement de l'unique voie de communication avec l'Espagne;
- Dans la Vallée d'Orient, secteur où il faut assurer la communication avec la frontière française, à plus de 2 000 m, la méthode de travail est différente. Nous avons, près du col d'Envalira et de la frontière, un centre de travail stratégiquement situé, où le personnel de déneigement est présent du matin au soir, tous les jours de la semaine. Pendant la nuit, nous disposons de personnel en astreinte qui peut être convoqué en fonction des conditions météorologiques.

Inspection et contrôle hivernal

Pendant la saison de viabilité hivernale, du 1^{er} novembre au 30 mai, un service d'inspection parcourt toutes les routes. Il porte une attention particulière aux points problématiques. Ce service a pour mission de prévenir les risques de verglas matinal sur les routes aux heures de pointe.

Les inspecteurs, en cas de verglas ou de neige, préviennent les équipes de salage ou de déneigement. En fonction des conditions météorologiques, ces équipes réalisent une surveillance continue de l'état des routes.

Équipement de déneigement

Le gouvernement possède 20 chasse-neige équipés pour l'épandage de sel et de saumure.



8- Chasse-neige

On dispose aussi d'épanduses de sel et de saumure et de turbines à neige, pour le nettoyage des zones les plus affectées par la neige.

La moyenne est donc d'un chasse-neige pour chaque 13,5 km de réseau routier, en plus des camions d'épandage de sel et de saumure et des turbines à neige.



9- Turbine à neige

Prévention des avalanches

Un service d'assistance technique, comprenant des experts en prévention d'avalanches, est en alerte pendant toute la saison hivernale. Dans la Principauté, on contrôle 12 sites où les avalanches peuvent atteindre les routes.

Cette surveillance est impartie à une entreprise externe et comprend trois types d'actions :

- 1- La surveillance du manteau neigeux et des prévisions météorologiques, lors de chutes de neige;



ANDORRE



10- Barrières de protection à clais, Canal de Nicolau, El Serrat.

2- Des évaluations d'expert de risques localisés, lorsque la situation le nécessite;

3- Des déclenchements préventifs avec canons avalancheurs, Catex et Gazex.



11- Gazex à Les Fonts, Arinsal.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Chaque année, tous les services qui participent aux *dispositifs neige* (services de déneigement du gouvernement, service de police, services de circulation et services de déneigement des communes) font le bilan de la saison et recherchent les améliorations à apporter en vue de la prochaine saison.

Il existe dans l'économie du pays un lien très important entre la viabilité hivernale, le tourisme, la mobilité et le PIB. C'est pourquoi le travail en commun de tous les agents rattachés à ces secteurs stratégiques fournit les outils nécessaires aux prises de décisions structurelles.

3.4 Sécurité et informations routières

Système d'information

L'agence de Mobilité, service auquel sont rattachés le Centre national du trafic (CENATRA) et les équipes de déneigement du service de Conservation et d'Exploitation des routes (COEX), s'est engagée dans la promotion et la diffusion de campagnes publicitaires pour sensibiliser les usagers à la conduite responsable et à l'utilisation des équipements routiers en cas d'averses de neige. Ces initiatives se sont matérialisées par la campagne « les couleurs de la neige ».

NIVEAU VERT IL COMMENCE À NEIGER	NIVEAU JAUNE NEIGE SUR LA CHAUSSEE	NIVEAU ROUGE CHAUSSEE COUVERTE DE NEIGE	NIVEAU NOIR CHAUSSEE IMPRATICABLE
 ● La circulation n'est pas perturbée. ● Redoubler de prudence. ● Ne pas dépasser la vitesse de 80 km/h. Rester attentif à l'évolution de la météo. Prudence dans les zones humides et en cas de nuits sereines à cause de la possible présence de verglas.	 ● Usage des chaînes ou pneus spéciaux à une vitesse maximale de 60 km/h. ● Il est conseillé aux camions et aux véhicules articulés de ne pas circuler. Réduire la vitesse, notamment dans les virages et les virages inclinés. Éviter toute manoeuvre inattendue et augmenter la distance de sécurité. Ne pas continuer le voyage si le temps se dégrade et si l'on ne possède pas d'équipements spéciaux (chaînes, vêtements chauds, etc.).	 ● Usage des chaînes ou pneus spéciaux à une vitesse de 30 km/h. ● Usage obligatoire des chaînes pour les autobus. ● Il est interdit de circuler aux véhicules de transport de marchandises de plus de 3 500 kg de PMA. Sauf nécessité, il est préférable de reporter le voyage. Ne pas arrêter la voiture sur une pente ou aux endroits où l'on gêne la circulation. Ne pas dépasser les voitures immobilisées si l'on n'est pas sûr de pouvoir continuer.	 ● Risque de rester immobilisé longtemps sur la route. En cas d'immobilisation, économiser le carburant et n'abandonner le véhicule que si l'on est sûr de trouver un refuge. Ne pas laisser la voiture dans les endroits où l'on risque de gêner le passage des chasse-neige.



ANDORRE



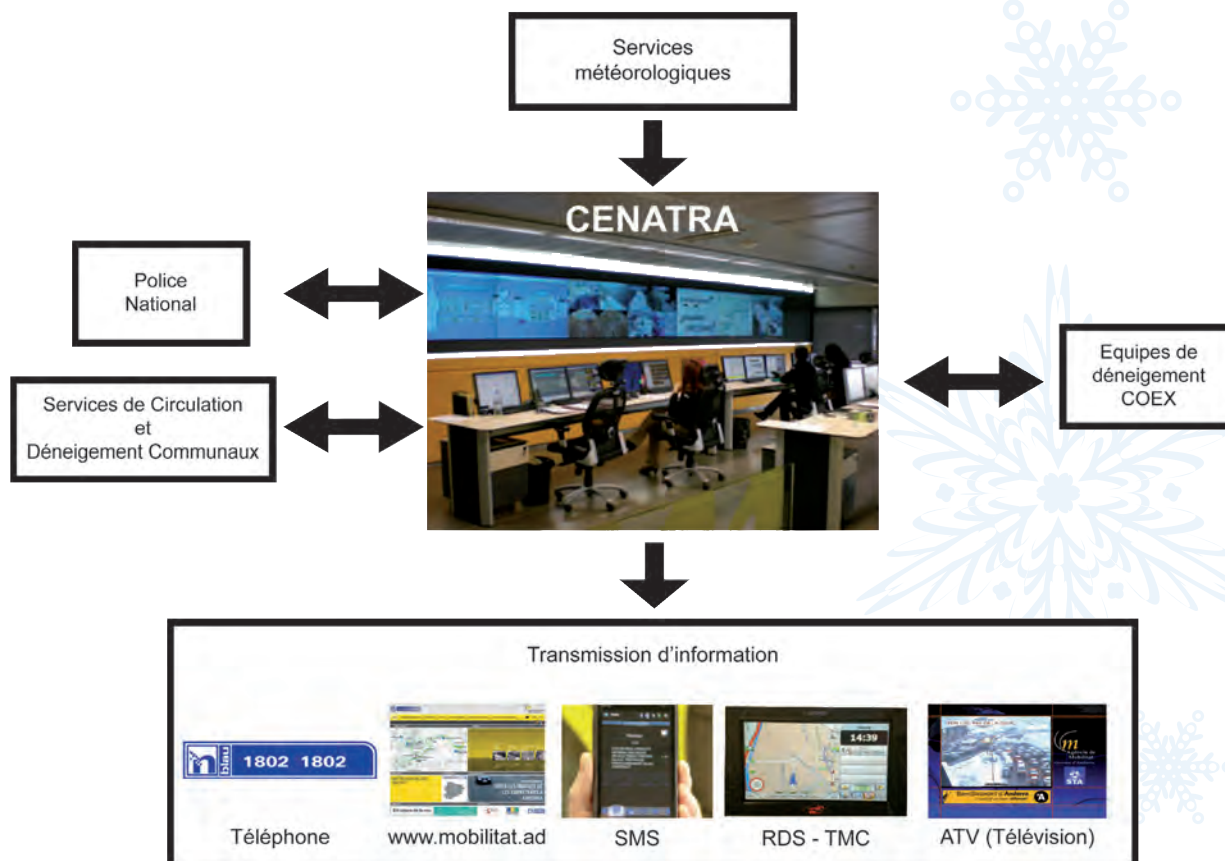
12- Panneau à message variable

L'information est primordiale dans la gestion de la viabilité hivernale. Une infrastructure de communication, dont le noyau est situé au CENATRA, a été mise en place.

D'un côté, les équipes d'inspection et de contrôle des routes du service de Conservation et d'Exploitation des routes (COEX) préviennent le Centre national du trafic (CENATRA) des incidences, avec un feedback constant entre la Police nationale et les services de Circulation et Déneigement communaux. D'un autre côté, le CENATRA informe la population des conditions de la route, à travers les panneaux à messages variables et les médias (SMS, services Web, RDS-TMC, bulletins radio...).



13- Panneau à message variable





ANDORRE

4. Recherches et études en cours

4.1 Nouvelles technologies

Projets en cours:

- Équipement de communication embarqué (système TETRA), pour connaître en temps réel la position exacte de tous les engins de déneigement, et les données des capteurs qui analysent les conditions de travail de chaque véhicule;
- Stations automatiques laser sur les engins d'épandage du sel avec mesure de l'humidité relative, la température de la surface et la température de l'air afin de calculer le taux exact de sel et de saumure;
- Capteurs de verglas sur la route;
- Généralisation de l'utilisation de la saumure.



14- Station de production de saumure

5. Références

Site Web du gouvernement de la principauté d'Andorre
www.govern.ad/

Agència de Mobilitat i Explotació de Carreteres
www.mobilitat.ad/

IEA Institut d'Estudis Andorrans
www.iea.ad/

CENMA
Centre d'estudis de la neu i la muntanya d'Andorra
www.cenma.ad/

El Clima d'Andorra
J.M. Raso Nadal, 1999

Ministeri d'Educació, Joventut i Esports (Govern d'Andorra)



AUTRICHE

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

L'Autriche se situe au sud de l'Europe centrale. Elle est entourée par l'Allemagne et la République Tchèque au nord, la République slovaque et la Hongrie à l'est, la République de Slovénie et l'Italie au sud, ainsi que la Suisse et le Liechtenstein à l'ouest.



Figure 1 – République d'Autriche

Ses 83 858 km² de superficie abritent une population de 8,35 millions. La topographie est dominée par les chaînes orientales des Alpes et la plaine du Danube.

Vienne, la capitale de la République d'Autriche, située dans l'est du pays, s'étend sur 414 km² et accueille 1,68 million d'habitants.

L'Autriche se classe parmi les pays industrialisés les plus développés. Le secteur des services joue un rôle primordial. L'industrie chimique et électrique, l'agriculture et le tourisme contribuent largement à l'économie nationale.

Le maillage routier et ferroviaire est dense. L'aéroport de Vienne est une plaque tournante des vols entre l'est et l'ouest de l'Europe.



L'Autriche est une République fédérale, composée de 9 régions (provinces fédérales) :

- Vienne (1,68 million);
- Basse Autriche (1,605 million);
- Burgenland (0,283 million);
- Haute Autriche (1,411 million);
- Salzbourg (0,530 million);
- Styrie (1,208 million);
- Carinthie (0,561 million);
- Tyrol (0,705 million);
- Vorarlberg (0,367 million).

Les autoroutes sont privatisées. Tous les types de véhicules sont assujettis au péage. Voitures et motocyclettes doivent être munies d'une vignette; les autocars et les poids lourds sont obligés d'être équipés d'un appareil nommé « go-box ». Les autres réseaux routiers sont gérés par les régions (planification, entretien, service hivernal).



AUTRICHE

1.2 Réseau routier et circulation

Superficie	83 858 km ²	
Population	8,35 millions	
Longueur du réseau routier	Autoroutes	2 029 km
	Routes à grande circulation	9 960 km
	Routes départementales	23 472 km
	Routes municipales	71 000 km
Latitude (capitale)	48° 13' 11" N	
Longitude (capitale)	16° 22' 12" O	

Tableau 1

Le réseau routier public couvre environ 106 500 km. Six millions de véhicules sont immatriculés dans le pays, dont 4 millions de véhicules de promenade qui roulent en moyenne 13 500 km par an.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Pays principalement alpin, l'Autriche se situe dans une zone de transition entre un climat continental et un climat maritime. Le climat hivernal est marqué en alternance par l'influence de masses modérées d'air humide, en provenance des côtes Atlantiques, et un air froid et sec porté par les puissantes hautes pressions situées au-dessus de l'Europe de l'Est.

En ce qui concerne l'occurrence de chutes de neige, l'Autriche peut être répartie en plusieurs zones :

- Le nord du pays subit fréquemment d'importantes chutes de neige, lorsque l'air humide provenant du nord-ouest est poussé vers les Alpes. Lorsque cet air humide se heurte aux cimes des montagnes, il s'élève, se refroidit et laisse retomber son humidité, devenue neige, sur les terres;
- Des tempêtes de neige importantes frappent le Sud autrichien quand des dépressions s'installent au-dessus de l'Italie du Nord;
- Dans les plaines à l'est et au nord de l'Autriche, les chutes de neige massives sont rares et se produisent seulement en cas d'une accumulation extensive d'air froid venant du nord de l'Europe ou, comme dans le sud du pays, lorsque les dépressions s'installent au-dessus de la Méditerranée. Pour qu'il neige, les températures doivent être suffisamment basses;

- Les routes autrichiennes peuvent être exposées au verglas plusieurs fois au cours de l'hiver. Cela se passe ainsi lorsqu'un front chaud en provenance de l'ouest de l'Europe recouvre le pays et que la pluie ou la bruine se transforment en glace lorsqu'elles entrent en contact avec l'air froid au sol.

La circulation peut aussi être gênée par la brume ou la bruine verglaçante. Ceci se produit lors de brusques inversions de température, quand l'air froid venant de l'Europe de l'Est est couvert, au-delà des 600 à 1 200 mètres, par des couches beaucoup plus chaudes.

Les congères peuvent causer des situations catastrophiques sur les routes dans les plaines, car celles-ci sont exposées au vent lorsque les températures sont basses.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementations

La législation routière sert de base légale à toutes les activités hivernales d'entretien. En cas de neige ou de verglas, les trottoirs doivent être déblayés de 6 à 22 heures. Ce travail incombe aux propriétaires des maisons avoisinantes.

Les activités des services routiers hivernaux sont réparties par catégorie de routes comme suit (tableau 2) :

- A** Autoroutes et routes fédérales liées aux autoroutes;
- B** Routes départementales et municipales très fréquentées (trafic journalier > 3 000);
- C** Routes départementales et municipales très fréquentées, bus réguliers, bus scolaires ou de tourisme;
- D** Routes départementales et municipales peu fréquentées (< 1 000).

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Les propriétaires de routes sont responsables de l'entretien et du service d'hiver. Les autoroutes et les routes fédérales sont gérées par l'ASFINAG (**A**utobahn und **S**traßen **F**inanzierungs **A**G). Les routes départementales et municipales sont gérées par les régions, les villes ou les municipalités. Pour l'entretien hivernal, il n'existe aucun service centralisé donnant des instructions aux agents locaux.



AUTRICHE

3.2.1 Agents du service hivernal

L'Autriche dispose de 240 centres d'entretien, chacun dirigé par un chef de service. Ces chefs assurent l'organisation de leur centre d'entretien (dépôts) en été, comme en hiver. Certains d'entre eux planifient, exécutent et surveillent les activités d'entretien de toutes les administrations routières. Tous ont la responsabilité de la surveillance et de la prévision météorologique, et ce sont eux qui doivent prendre les décisions appropriées pour assurer les conditions de sécurité routière exigées.

Ils sont également responsables de l'organisation quotidienne du personnel et du stockage suffisant de matériaux granulaires comme le sable, les gravillons ou le sel.

3.2.2 Engagement des entreprises privées

Des entreprises privées peuvent également participer au service hivernal. Les contrats entre celles-ci et l'administration se concluent après des appels d'offres. Les clauses du contrat dépendent des exigences de l'administration routière.

Les camions employés nécessitent une plaque de montage pour attacher le chasse-neige et un système hydraulique afin de permettre la manœuvrabilité de celui-ci. L'équipement nécessaire pour l'exécution du travail, comme l'épandeur ou la lame de déneigement, est fourni par l'administration routière. Les conducteurs sont employés par l'entreprise contractante.

En fonction du besoin de l'administration, les contrats restent en vigueur pour des périodes de 3 à 5 ans.

Les routes à déneiger ou à déglacer sont indiquées sur un plan qui peut fournir des informations complémentaires (le numéro du plan de service hivernal, la région, l'adresse et le numéro de téléphone du dépôt de matériaux, les routes à sens unique).

Les matériaux exigés (sel raffiné ou sel gemme, chlorure de calcium, abrasifs, carbonate de potassium) sont obtenus par publication d'appels d'offres à l'échelle européenne. L'administration routière centrale se charge de lancer les appels d'offres. Les contrats sont valables pour un an et contiennent généralement certaines clauses, comme pour obtenir une livraison supplémentaire après une intervention hivernale ou l'obligation de livrer les matériaux dans un délai de 48 heures, etc.

Catégorie de route	A	B	C	D
Types de routes	Autoroutes	Routes à grande circulation Routes départementales et municipales très fréquentées	Routes secondaires Routes départementales et municipales très fréquentées, bus, bus scolaires ou autocars	Routes secondaires Routes départementales et municipales peu fréquentées
Véhicules par jour		> 3000	< 3000	< 1000
Périodes de circulation	max. 3 heures	max. 5 heures	max. 5 heures	
Conditions météorologiques 1	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation
Neige légère couche de neige ou verglas givre blanc congrès	toutes les voies praticables routes d'accès et de sortie chasse-neige et épandeur avec fondants chimiques 24 heures	praticables retards possibles entre 22 h et 6 h chasse-neige et épandeur avec fondants chimiques de 4 h à 22 h	praticables retards possibles entre 20 h et 7 h chasse-neige et épandeur avec fondants chimiques ou abrasifs de 5 h à 20 h	praticables longs retards possibles chasse-neige ou épandeur avec abrasifs une fois par jour
Conditions météorologiques 2	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation
neige légère ou dense congrès couche de neige > 10 cm	une voie praticable toutes directions sorties et routes d'accès chasse-neige et épandeur avec fondants chimiques 24 heures	praticable longs retards possibles chasse-neige et épandeur avec fondants chimiques de 4 h à 22 h	praticable longs retards possibles chasse-neige et épandeur avec fondants chimiques ou abrasifs de 5 h à 20 h	praticable longs retards possibles chasse-neige et épandeur avec abrasifs deux fois par jour
Condition météorologique 3	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation
pluie verglaçante chute de neige très importante, avalanches	On ne peut pas garantir la sécurité routière lors de l'enlèvement de grandes quantités de neige (congrès ou avalanches) ; la route peut être bloquée temporairement.			

Tableau 2 - Catégories du service hivernal

AUTRICHE

3.2.3 Techniques d'épandage

La législation autrichienne exige le service hivernal sur toutes les routes publiques du pays. Les matériaux d'épandage à employer dépendent de la catégorie de la route en question (voir tableau 2). Sur les routes de la catégorie A, l'épandage avec du sel est impératif, l'utilisation d'abrasifs est interdite. Sur les routes des catégories B et C, l'épandage est effectué avec du sel ou avec un mélange de sel et d'abrasif (dans le rapport 1:10), ou bien avec des abrasifs, au choix de l'Administration.

L'épandage de sel humide (technologie F 30) est très courant (figure 2). Si un camion n'est pas équipé du dispositif nécessaire, les équipes peuvent utiliser un mélange de sel sec (sel gemme ou raffiné) et d'abrasif.



Figure 2 – Camions avec chasse-neige et équipement F30

L'entretien hivernal dans les régions alpines requiert souvent l'utilisation de turbines à neige. Le risque d'avalanches peut aussi forcer la fermeture temporaire de certains tronçons. La zone des Préalpes, située à 60 km à l'ouest de Vienne (fig.3) reçoit très souvent de violentes chutes de neige. L'utilisation de turbines à neige est courante dans les activités d'entretien hivernal dans la zone alpine.



Figure 3 – Turbine à neige dans la région de Lilienfeld (Basse Autriche)

Certaines routes en haute altitude sont fermées complètement pendant l'hiver. L'enlèvement de la neige commence en avril. Il faut 25 jours de travail pour dégager le Großglockner Hochalpenstraße (fig. 4) des 600 000 à 800 000 m³ de neige qui s'y sont accumulés. La muraille blanche peut atteindre 21 m.



Figure 4 – Enlèvement de la neige dans le Großglockner Hochalpenstraße

3.2.4 Conséquences de l'emploi de fondants chimiques et d'abrasifs sur l'environnement

L'emploi de fondants chimiques peut avoir des effets nuisibles sur l'environnement. Pour le protéger, l'usage de chlorure de sodium est interdit sur de nombreuses routes autrichiennes. Plusieurs arbres, comme les châtaigniers ou les platanes, sont particulièrement sensibles au sel ou au chlorure de calcium. Afin de réduire les effets nuisibles au minimum, il faut employer des fondants chimiques moins corrosifs. Dans la région de Vienne, nous utilisons aussi du carbonate de potassium au lieu du sel, si l'épandage d'abrasifs ne suffit pas pour assurer la sécurité routière.

AUTRICHE



Figure 5 – Balai mécanique équipé pour l'épandage de saumure de chlorure de sodium

Dans les régions où, en raison de la densité de la circulation, l'emploi du sel est indispensable, et où des arbres bordent la route, les espaces verts situés à proximité sont rincés de manière intensive au printemps, afin d'en réduire la concentration en sel.

L'épandage d'abrasifs au cours des opérations d'entretien hivernal produit aussi de la poussière. Normalement, il faut attendre que la température de surface atteigne les 3 °C ou plus, avant que l'on puisse utiliser les balais mécaniques. Ces machines font une aspersion d'eau pour éviter de produire des nuages de poussière en ramassant les gravillons. La ville de Vienne utilise aussi des balais mécaniques (fig. 5) qui utilisent une saumure de chlorure de sodium au lieu d'eau, ce qui permet de procéder au balayage par des températures sous zéro, au cours d'une période de temps sec.

3.2.5 Système d'information météorologique

Les neuf régions maintiennent des contrats particuliers avec les instituts météorologiques. Les prévisions météorologiques ne sont pas annoncées de manière globale pour tout le pays, mais individuellement pour chaque région, compte tenu du climat dans les endroits concernés. Les organismes chargés de ce service sont :

- L'Institut central de météorologie;
- Austro Control (service météorologique de l'aviation);
- Service météorologique de l'armée;
- Météomédia et d'autres petites stations.

Le service hivernal des routes tient compte des paramètres suivants :

- Température de l'air [°C];
- Température de surface de la chaussée [°C];
- Direction et force du vent (moyenne et pointe);
- Conditions météorologiques et tendances;
- Effets météorologiques (faible, modéré, fort);
- Précipitations (bruine, pluie, neige fondante, neige, verglas);
- Forme des précipitations (averse, pluie verglaçante, averse intermittente);
- Intensité (faible, modérée, forte);
- Épaisseur de neige maximale [m];
- Quantité de neige nouvelle [cm];
- Remarques du météorologue.

Les personnes responsables du service doivent collecter ces données et prendre leur décision à l'aide de ces rapports.

Il y a 370 systèmes avertisseurs de verglas installés sur les routes en Autriche. Les mesures obtenues sont transmises par des lignes spécifiques, louées pour l'occasion, à l'Administration. Dans certains cas exceptionnels, on se sert de modems de sélection. Les systèmes se trouvent en principe aux endroits les plus froids d'une route ou d'un pont. La décision de la mise en place de nouveaux systèmes est prise sur la base de cartes thermiques et selon l'expérience des chefs de service ou des conducteurs de chasse-neige.

Quelques administrations sont reliées au radar météorologique et au système EUMETSAT. Les informations obtenues de cette façon sont très importantes pour le chef de service lorsqu'il est chargé de décider du début, de la continuité ou de la fin des activités d'entretien du service hivernal.

3.2.6 Sécurité routière et information aux usagers

Les stations de radio et de télévision diffusent l'information sur le temps qu'il fait, les prévisions et les conditions routières. Cette information est également disponible par télétexte et sur Internet. Des caméras routières sont installées en certains points, dans tout le pays. On peut observer le temps qu'il fait, tant dans les régions touristiques que dans les zones urbaines. Un grand nombre de véhicules ne sont pas équipés de pneus d'hiver. Ainsi, la plupart des accidents avec blessures sont causés par des véhicules mal équipés.



AUTRICHE

L'information relative aux conditions routières d'hiver doit être diffusée le plus tôt possible. Certains panneaux routiers indiquent des limites de vitesse sur les routes glissantes. Le service de police peut imposer l'utilisation de pneus d'hiver ou de chaînes sur certaines routes.

3.2.7 Dépôts de neige dans les régions urbaines

Dans les régions urbaines, le service hivernal est confronté à des conditions qui n'existent pas sur les autoroutes. L'absence d'espace au bord des routes nécessite un déblaiement rapide de grandes masses de neige. Les grandes villes disposent de dépôts pour stocker cette neige (fig. 6). Cette neige pourrait être jetée dans les cours d'eau, mais comme elle contient des abrasifs et d'autres matériaux, cela poserait des problèmes environnementaux.



Figure 6 – Décharge de neige

La neige est stockée sur des emplacements nommés décharges de neige, ou elle fond lentement. Les matières résiduelles peuvent être ramassées après l'hiver.

4. Recherche et études en cours

Le Conseil autrichien des recherches sur les routes et la circulation est responsable de toutes les activités de recherche en ce qui concerne la construction et l'entretien des routes.

Un groupe de travail s'occupe en priorité du service hivernal et fournit des instructions et directives en vue d'optimiser les activités d'entretien.

Une nouvelle recommandation est en voie de rédaction. Elle résume les aspects légaux, la formation, l'équipement, les prévisions météorologiques et beaucoup d'autres aspects d'importance pour le service hivernal. Elle s'adresse aux employés de l'entretien des routes.

5. Références

Handbuch für den Winterdienst der MA 48, Wien

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Anforderungsniveau für den Winterdienst

Der Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr

www.grossglockner.at/de/grossglockner/

www.asfinag.at



BELGIQUE

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays



Réseau routier belge (routes principales)

La Belgique est un pays de petite taille (30 528 km²), mais densément peuplé (10,67 millions); il est situé au cœur de l'Europe. Le pays occupe une position privilégiée entre les Pays-Bas, la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne; il longe également la Mer du Nord, la route maritime la plus fréquentée au monde. Bruxelles, capitale du pays, est également la capitale de l'Union européenne et un centre financier international. L'économie du pays est largement orientée vers l'exportation; 2/3 de la production est exportée. La prospérité de la Belgique dépend largement de son infrastructure de transport. Par conséquent, les réseaux autoroutier et ferré comptent parmi les plus denses au monde.

La Belgique est un État fédéral constitué (entre autres) de 3 régions: la région flamande au Nord (6,16 millions d'habitants), la région Bruxelles-Capitale au centre (1,05 million), et la région wallonne au Sud (3,46 millions). Ces trois régions disposent de leur propre autonomie dans plusieurs domaines, incluant la construction, la gestion et la maintenance des autoroutes et autres voies rapides situés sur leur territoire. Les régions flamande et

Bruxelles-Capitale sont caractérisées par une altitude et un relief relativement faibles (0 à 100 m), tandis que la région wallonne comprend l'Ardenne, un groupe de plateaux dont l'altitude varie entre 400 et 690 m et entrecoupés de nombreuses vallées.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier comprend 1 763 km d'autoroutes, 12 613 km de routes régionales (nationales) - ces deux catégories étant gérées par les autorités régionales - ainsi que 139 219 km de routes communales et provinciales.

Superficie	30 528 km ²	
Population	10,67 millions	
Longueur du réseau routier	Autoroutes	1763 km
	Routes régionales	12 613 km
	Routes provinciales	1349 km
	Routes communales	137 870 km
Latitude (capitale)	50° 50' -1" N	

Statistiques 2008 au sujet du pays et des routes (<http://www.belgium.be>; <http://statbel.fgov.be>)

Le parc automobile composé de 6,48 millions de véhicules inclut 5,13 millions de véhicules de promenade, parcourant annuellement chacune 15 636 km en moyenne (année 2007). Le trafic est également important la nuit, particulièrement le trafic commercial. Le transport par voie routière représente 73 % du transport total de marchandises. Le trafic journalier moyen (2007 ; 6 h-22 h) sur les autoroutes est d'environ 51 000 véhicules (maxima proches de 150 000 sur certains tronçons à proximité des grandes villes) et d'environ 10 000 véhicules sur les routes régionales.

Trafic : 98,79 milliards kilomètres-véhicules	
Sur autoroutes :	35,85 milliards km-veh
Sur routes régionales :	40,70 milliards km-veh
Sur routes communales :	22,24 milliards km-veh
Par voiture particulière :	77,02 milliards km-veh
Par camion (et utilitaire) pour le transport de marchandises :	19,71 milliards km-veh

Statistiques 2007 de trafic (<http://statbel.fgov.be>)

BELGIQUE

L'importance économique des routes ne peut donc être négligée, même en hiver. En conséquence, une des tâches des autorités routières est de maintenir la praticabilité du réseau à tout moment, en mettant notamment en place un service spécial pour l'entretien hivernal.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

En raison de la situation géographique du pays, le climat est largement influencé par la proximité de la mer. En se déplaçant vers l'intérieur du pays, derrière une plaine côtière de quelques kilomètres de largeur, le relief augmente graduellement en direction du Sud et du Sud-Est et est caractérisé par de nombreuses vallées. Cette diversité entraîne l'existence de microclimats significativement différents qui doivent être pris en compte pour la gestion de l'entretien hivernal des routes.

2.2 Statistiques météorologiques : températures, jours de gel et précipitations

La Belgique bénéficie d'un climat tempéré avec des hivers relativement doux et pluvieux. Au cours de l'hiver, les conditions météorologiques peuvent être très changeantes autour de 0 °C. De fréquentes et abondantes précipitations durant l'hiver, la plupart du temps sous forme de pluie ou d'averses hivernales, rendent les routes mouillées ou humides. Le nombre de jours de neige varie considérablement d'un point à un autre du territoire : d'environ 12 jours/an à la côte, à 60 jours/an sur les plateaux ardennais [3]. Le nombre de jours de gel à Bruxelles reste limité : 52 jours par an. C'est l'existence de nombreux cycles de gel/dégel qui caractérise le plus les hivers en Belgique. De manière générale, plus on se déplace vers les plateaux ardennais, plus la température moyenne diminue et le nombre de jours de gel augmente jusqu'à une moyenne de 115 jours par an. Localement, les conditions météorologiques entre sections routières sont suffisamment variées pour causer différents types de glissance.

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Il n'y a pas d'indices hivernaux (au sens strict) utilisés en Belgique. Des indices de « consommation » prenant en compte la rigueur de l'hiver sont utilisés.

• Tableau de bord équilibré : L'Administration routière flamande fait appel à de nombreuses ressources (humaines et financière) pour atteindre ses objectifs stratégiques et opérationnels. Un de ces objectifs stratégiques est de minimiser l'impact sur l'environnement. Il est donc important d'analyser si des marges plus importantes que nécessaire (interventions surnuméraires, dosage trop important...) n'ont pas été prises lors de l'entretien hivernal. Le but final étant d'utiliser aussi peu de sel que possible, tout en atteignant l'objectif opérationnel d'éviter des routes glissantes. En conséquence, un index $M (= Z/R)$ a été mis au point; il s'agit du rapport entre la quantité de sel épandu (Z) et une valeur de référence R définie par la formule suivante :

$$R = \sum_{i=1}^9 O_i \times (7 \text{ g/m}^2 \times X1_i + 33 \text{ g/m}^2 \times X2_i) / 10^6$$

O : est la surface de route traitée dans chacune des 9 zones climatiques de la région.

$X1$: est le nombre de nuits durant lesquelles la température de surface de la route était négative et où la température du point de rosée lui était supérieure.

$X2$: est le nombre de nuits au cours desquelles des précipitations hivernales ou des chutes de neige sur une surface gelée ont été enregistrées.

L'Administration routière wallonne développe également des standards de qualité et des indicateurs de performance liés à la rigueur de l'hiver (voir § 4.2).

3. Gestion hivernale des routes

(sur les routes régionales et les autoroutes)

3.1 Normes et réglementations

Obligation légale de réaliser un entretien hivernal

L'entretien hivernal exécuté par les trois administrations régionales compétentes est un service rendu aux usagers et à l'économie du pays. Le service d'hiver est activé de la mi-octobre à la mi-avril.

Classement des routes – Niveaux de service – Optimisation des circuits

Le niveau de service attribué aux routes vise, tant que les circonstances le permettent, à entretenir ou à rétablir des conditions de circulation normales dans toute situation hivernale non exceptionnelle, ceci en tenant compte de la catégorie de la route et de l'importance du trafic. Pour chaque niveau de service exigé, les opérations d'entretien hivernal doivent être terminées dans un intervalle de 4 heures suivant la décision d'intervention.



BELGIQUE

Théoriquement, la praticabilité de chaque route est assurée. En cas de conditions hivernales particulièrement extrêmes, et lorsque les moyens disponibles deviennent insuffisants, la priorité est donnée à certaines routes (autoroutes, nationales importantes, routes utilisées par les transports en commun). L'administration doit prendre les mesures nécessaires (épandage, déneigement, signalisation...) pour prévenir que le verglas ou la neige ne surprennent pas anormalement les usagers.

Normes de qualité, indicateurs de performance

Les contrats d'entretien hivernal sont toujours basés sur une obligation de moyens et non de résultats ou de niveaux de service.

Réglementation relative au personnel

L'organisation du service d'hiver à l'échelle locale est détaillée au sein d'un plan d'organisation (règlement interne) propre à chaque district. Ce document décrit comment s'organise chaque tâche relative au service d'hiver.

Le travail est planifié selon l'application de la loi belge du 14 décembre 2000 [3] réglementant le temps de travail; cette loi précise que le temps de travail ne peut excéder en moyenne 38 heures par semaine sur une période de référence de 4 mois (aucune dérogation n'étant possible).

Réglementation au sujet des types et caractéristiques des matériaux et de l'équipement

Le sel utilisé majoritairement sur les routes belges est le chlorure de sodium (NaCl), dans ses différentes formes (sel gemme, raffiné et saumure). Les contrats de fourniture sont conclus avant la période hivernale (en région wallonne : contrats de 3 ans décomposés en 3 phases annuelles, avec application en 2^e et 3^e année d'une formule de révision des prix unitaires initialement définie); ces contrats détaillent les caractéristiques auxquelles doit répondre le sel (pureté, antiagglomérant, granulométrie) ainsi que les quantités prévisionnelles et le conditionnement.

Les fournisseurs sont obligés de justifier l'existence de stocks appropriés en Belgique. En particulier, la région wallonne impose que les stocks de sel transitent par les voies navigables et les ports autonomes (de manière à encourager l'intermodalité). Les contrats de fourniture permettent annuellement de disposer de 3 types de NaCl (saumure, sel raffiné, sel à granulométrie étalée).

En général, des épanduses démontables de capacité adaptée à l'entretien sur autoroute ou sur route nationale (capacité d'environ 5 m³) sont utilisées; elles sont entraînées par une roue, un moteur auxiliaire, par l'hydraulique du camion porteur ou à l'aide d'un accouplement sur un moyeu du camion.

Chaque administration régionale dispose de ses propres exigences techniques au sujet des épanduses (système de fixation, signalisation, système d'entraînement et d'alimentation), mais, en général, les épanduses doivent toujours être équipées pour permettre l'épandage de sel humidifié (cuve à saumure, conduites de remplissage...), ainsi que d'un système précis de réglage de la largeur et du dosage. Les spécifications techniques se réfèrent entre autres à la publication CROW 131 [2].

La plupart des épanduses utilisées en région flamande sont équipées depuis 1996 d'un système d'acquisition et d'analyse des données d'épandage. Les camions effectuant le service d'hiver pour le ministère de la région de Bruxelles-Capitale sont équipés d'un système de positionnement en temps réel par GPS. Le déploiement d'un tel système est également en cours en région wallonne (voir § 4.1).

Région flamande		
	Autoroutes	Routes régionales
Districts	93 km/district	275 km/district
Épanduses (≈5 m ³) & lames	8,1 km/épanduse	24 km/épanduse
Région wallonne		
Districts	87 km/ district	212 km/ district
Épanduses (≈5 m ³) & lames	7,5 km/épanduse	26,5 km/épanduse
Région Bruxelles-Capitale		
Districts	11 km/district	320 km/district
Épanduses (≈5 m ³) & lames	3,7 km/épanduse	20 km/épanduse
Belgique (moyenne)		
Districts	86 km/district	229 km/ district
Épanduses (≈5 m ³) & lames	7,8 km/épanduse	23,9 km/épanduse

Le kilométrage inclut les 2 directions, les accès, sorties et échangeurs;

Entretien routier: districts et équipement – dans le cas d'un déploiement maximal (il s'agit ici d'une situation moyenne, résultant de la division du nombre de kilomètres par le nombre total de districts, épanduses et lames de déneigement)

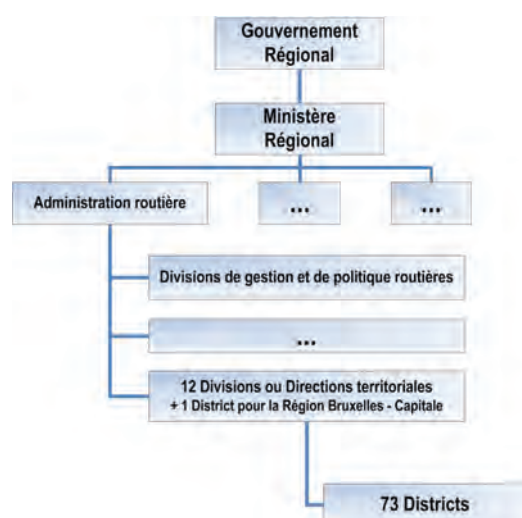
Les administrations routières régionales font appel à de nombreuses entreprises privées (location de camions avec chauffeur, et également de l'épanduse en région wallonne), dont les équipements sont contrôlés et éventuellement calibrés avant la période hivernale. En règle générale, les circuits, le nombre d'épanduses et leur capacité sont déterminés de manière à pouvoir réaliser un circuit complet d'épandage dans un intervalle de 4 heures suivant la décision d'intervention (le temps de réaction après appel des entreprises est de 1 heure, la durée du traitement devant être d'environ 2 à 2,5 heures), ceci en considérant un taux moyen d'épandage compris entre 15 et 30 g/m².

BELGIQUE

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'organisation de l'entretien hivernal sur les routes belges est placée sous la responsabilité des :

- Trois administrations régionales pour les 14 376 km de routes régionales, et ce, par le biais de différentes directions centrales et de 74 districts locaux; toutes les opérations d'entretien hivernal étant réalisées ou commandées par ces centres locaux;



Décentralisation du service d'hiver

- Autorités locales (589 communes et 10 provinces) lorsque les routes communales ou provinciales sont concernées (ces routes ne sont pas examinées dans ce document).

Le rôle du district

L'entretien hivernal, réalisé par les districts, consiste en trois tâches principales :

- Un rôle de pilotage pour le chef de district, qui doit contrôler la bonne marche de l'entretien hivernal et assurer la guidance nécessaire afin que les directives soient bien assimilées et appliquées ;
- Un rôle de coordination pour le « coordinateur de service d'hiver » qui assure la gestion quotidienne des opérations. Après avoir pris connaissance des conditions météorologiques (observations et prévisions) routières et des résultats de l'inspection du réseau, il prend les décisions nécessaires pour commander une intervention, rappelle les agents et

les entreprises privées, et également détermine le type de traitement et la quantité de sel à épandre. Enfin, il lui incombe de veiller à l'encodage ou au bon enregistrement des données relatives aux prestations et à la gestion des fondants (voir aussi le § 4.2);

- Un rôle d'exécution pour les entreprises privées (principalement); le support logistique des entrepreneurs consiste à fournir les camions avec chauffeur et à l'occasion, des épanduses à produits humidifiés (uniquement en région wallonne et depuis l'année 2000) et les lames de déneigement.

Ces différentes tâches sont décrites dans divers documents internes mis à jour chaque année (plans généraux d'organisation, plans territoriaux, plans du district).

Partenariat public-privé pour l'exécution de l'entretien hivernal

L'exécution de l'entretien hivernal est confiée, pour la plupart des circuits, à des entreprises privées.

	Niveau de privatisation	% des opérations (derniers hivers)
Région flamande	Camion & chauffeur	100 %
Région Bruxelles Capitale	Camion & chauffeur	≈ 97%
Région wallonne (240 contrats privés)	Camion, chauffeur & épanduse	86 % (hiver 2008-2009)

Interventions réalisées par les entreprises privées

Les contrats avec les entreprises privées sont conclus avant chaque période hivernale; sur la base de contrats standards. Selon l'autorité compétente, différents types de contrats, décrivant les opérations d'entretien hivernal devant être effectuées sur un circuit bien spécifique, sont utilisés en Belgique :

- des contrats d'un an renouvelable deux fois, en région Bruxelles – Capitale;
- des contrats portant sur 3 périodes hivernales avec formule de révision annuelle des prix unitaires, en région wallonne (ils incluent la location de l'épanduse appartenant à l'entreprise privée);
- des contrats de trois ans (deux ans pour les pistes cyclables) en région flamande. Les épanduses et le sel sont fournis par l'administration.



BELGIQUE

Contrats de fourniture de sel et directives

Chaque année, une direction centrale de chaque administration routière attribue à la suite d'un appel d'offres public, les contrats à différents fournisseurs de sel, de telle sorte que les stocks puissent être reconstitués. Ces contrats sont conclus à un niveau central afin de pouvoir bénéficier des meilleures conditions de prix. Cette direction contrôle également la bonne exécution de ces contrats. De surcroît, elle rédige les directives nécessaires à son utilisation selon les conditions routières (lors de basses températures, sur du verglas, sur enrobé drainant, etc.), et collabore également avec l'industrie en vue de futurs développements concernant le matériel de viabilité hivernale, etc.

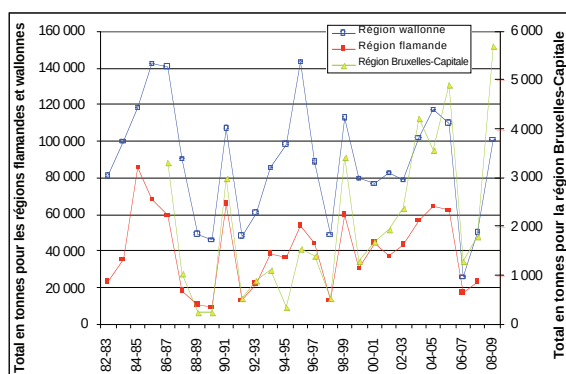
Coopération avec d'autres gestionnaires de réseau routier

Des accords existent entre les administrations régionales, ainsi qu'avec les autorités locales afin d'optimiser le traitement du réseau ou encore d'organiser les interventions sur quelques routes spécifiques.

La région wallonne met en outre l'information issue de son système météoroutier à la disposition des communes de Wallonie afin de les aider dans leur prise de décision, une réplique de la partie relative aux données météorologiques de l'application a été développée en 2007 à cet effet.

Financement de l'entretien hivernal

La consommation annuelle en sel est évidemment liée à la sévérité de l'hiver. Au cours de la période 1982-2009, la consommation annuelle totale de sel routier (NaCl et CaCl_2) le long des routes constituant les réseaux régionaux fut la suivante :



Consommation annuelle de sel sur les routes régionales belges

À ce jour, l'épandage de CaCl_2 sur les routes régionales représente moins de 1 % de la consommation totale de sel.

	Région wallonne	Région flamande	Région Bru-Capitale
Moyenne hivers de 2003 à 2008 - tonnes	80 931	44 586	3154
km ²	7192	7650	
g/m ² /an	11,25	5,83	

Consommation de sel : période 2003-2008

Le coût annuel moyen de l'entretien hivernal en Belgique (derniers hivers) est d'environ 0,25 euro/m² (variant de 0,15 à 0,75 euro/m² selon la localisation de la route).

Les coûts totaux de l'entretien hivernal (moyenne des derniers hivers) se répartissent de la manière suivante :

	Achat de sel	Équipement et personnel	Entreprises privées
Région flamande	26 %	29 %	45 %
Région wallonne	17 %	26 %	58 %

Répartition des coûts totaux de l'entretien hivernal : période 2003 à 2008

Gestion opérationnelle de l'entretien hivernal – Mesures de lutte contre la neige et le verglas

Les interventions sont organisées en circuits et chaque épandeuse est chargée de manière à traiter l'ensemble d'un circuit. Si nécessaire, plusieurs passages sont commandés. Les épanduses sont chargées, soit, directement à partir d'un silo vertical, soit à partir d'un silo horizontal à l'aide d'un véhicule chargeur.



Exemple de silos à sel utilisés en Belgique

BELGIQUE

On distingue trois types d'épandage, selon les circonstances :

- épandage localisé : pour éviter la formation locale de givre, de verglas ou encore pour déverglacer localement; la décision d'intervention ainsi que le dosage dépendent des conditions météo (analyse météorologique des points critiques particuliers du district concerné). Le dosage recommandé varie entre 7 à 10 g/m² (préventif) et 20 à 30 g/m² (curatif);
- épandage préventif (voire pré curatif) généralisé : vise à éviter du givre ou du verglas généralisé à l'ensemble du réseau, ou encore à prévenir l'adhésion sur la route de précipitations hivernales. Le dosage recommandé (l'épandage de sel humidifié est très fréquemment utilisé) compris entre 7 et 15 g/m² selon les conditions et prévisions météorologiques. Ces interventions sont exécutées dans des plages horaires (vespérales et/ou matinales) prédéfinies;
- l'épandage curatif généralisé est réalisé durant ou après les précipitations ou l'évènement hivernal. Les taux d'épandage variant généralement entre 20 et 25 g/m² avec un maximum pouvant atteindre localement 40 g/m².

Les coordinateurs reçoivent pour instruction de privilégier les épandages préventifs (à pré curatifs) aussi souvent que possible. Ces derniers sont réalisés à l'aide de sel humidifié (7 à 15 g/m² — c'est-à-dire 80 % de sel sec humidifié au moment de l'épandage avec 20 % d'une saumure de NaCl concentrée à 22 %). La largeur et la symétrie d'épandage sont ajustées à partir de la cabine du camion, en fonction du nombre et de la largeur des voies.

En particulier, l'Administration routière flamande préconise l'utilisation de sel fin (raffiné) pour les épandages préventifs réalisés avec du sel humidifié et de gros sel pour les épandages curatifs. Aucun épandage n'est réalisé avec des abrasifs.

Les contrats incluent également des prestations de déneigement généralisé ou localisé (en recherche), combiné avec un épandage et exécuté en cascade (déneigement simultané sur plusieurs voies) en cas de nécessité.

Traitement à l'aide de sel humidifié

L'Administration routière flamande a adopté une politique de rénovation complète de son parc d'épanduses sur une période de 20 ans – débutant en 1990 – en achetant uniquement des machines équipées pour l'épandage de sel humidifié. Un renouvellement progressif similaire est également en cours à la région Bruxelles-Capitale (lors de l'hiver 2009-2010, 90 % des épanduses

seront équipées pour l'épandage de sel humidifié) et, depuis l'année 2000, l'Administration routière wallonne a mis en place un nouveau type de contrat pour l'exécution des opérations d'entretien hivernal comprenant également la location des épanduses de sel humidifié.

Système et méthode d'information météorologique

Les observations provenant de l'inspection du réseau, les mesures opérées par les stations météorologiques (SMR), les prévisions météorologiques fournies par le service météo de l'armée de l'air belge (WING) ainsi que celles relatives à la température de la route, mais également la connaissance des spécificités locales du réseau constituent les éléments principaux permettant au coordinateur de prendre toute décision adéquate en matière de service d'hiver.

Le système d'information météorologique : un outil d'aide à la décision

Principe : En premier lieu, le système d'information météorologique permet la collecte automatique de données relatives à l'état de surface de la route, ainsi que de données météorologiques locales, et vise ensuite à améliorer la sécurité routière en anticipant les conditions météorologiques susceptibles de rendre les routes glissantes.

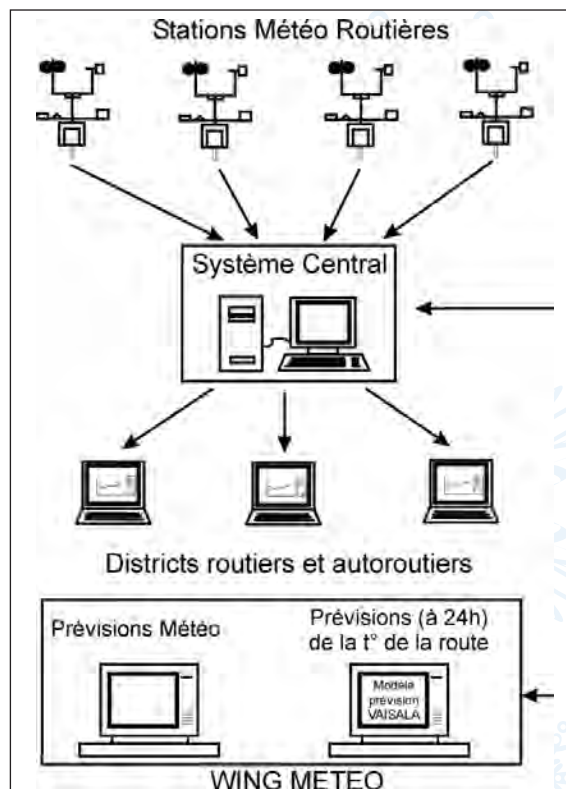


Schéma de principe d'un système d'Information météorologique

BELGIQUE

Deux systèmes météorologiques sont opérationnels en Belgique (régions flamande et wallonne); globalement, ils sont composés de :

1. 99 stations météorologiques (SMR) situées le long du réseau routier des régions wallonne et flamande. Chaque région a été divisée en zones climatiques relativement homogènes au sein desquelles, les SMR ont été installées en des points stratégiques du point de vue de l'entretien hivernal. Il y a deux types de SMR, selon leur équipement :

- les stations principales (34), essentiellement installées le long de routes présentant un trafic intense. Elles sont équipées d'une part, de capteurs atmosphériques mesurant la température et l'humidité de l'air, la vitesse et la direction du vent, le type, l'intensité et le volume total des précipitations, les rayonnements global et atmosphérique, et d'autre part, de capteurs routiers mesurant l'évolution des températures de chaussée en surface, et à 5, 10, 20 cm de profondeur;
- les stations secondaires (65), similaires, mais plus petites, ne mesurent ni les caractéristiques du vent, ni les températures de chaussée à 10 et 20 cm de profondeur, ni les données relatives au rayonnement.



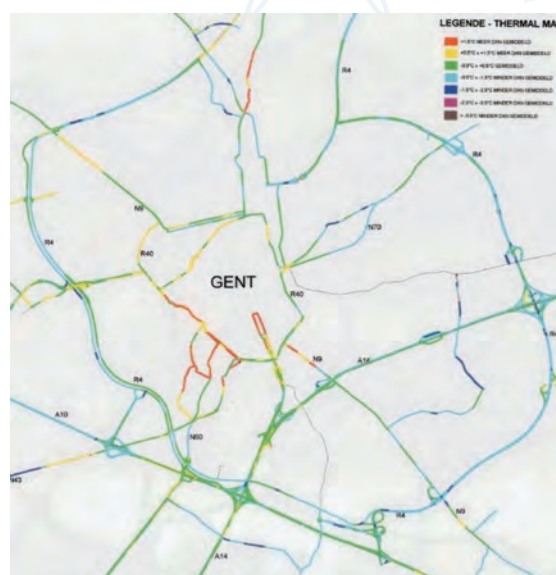
SMR principale (à gauche) le long d'une route en région flamande et SMR secondaire (à droite) le long d'une route en région wallonne

2. le système central télécharge et archive les données de chaque SMR toutes les 6 ou 10 minutes ;

3 les données observées sont ensuite transmises au WING (bureau météo) qui délivre les prévisions météorologiques et d'évolution de la température de surface de la route. Les premières sont fournies à midi et pour une période de 24 heures; les prévisions sont ajustées si une déviation ($> 1^{\circ}\text{C}$) apparaît par rapport aux températures de surface de la route observées par la suite. L'ensemble des données observées ainsi que les prévisions sont rendues disponibles pour les districts, par le « système central ». Elles peuvent être visualisées à l'aide de différents graphiques, tableaux et cartes.

Ces composantes sont également complétées par un système de cartographie thermique afin de fournir au gestionnaire (district) un outil d'aide à la décision plus global. La cartographie thermique (les empreintes thermiques furent initialement réalisées par thermométrie infrarouge à l'intérieur d'un véhicule parcourant le réseau) permet, au sein d'une région climatique homogène, de déterminer simultanément aux observations locales, et dans 3 circonstances standards (ciel couvert, dégagé et intermédiaire), les zones du réseau les plus froides et les plus chaudes.

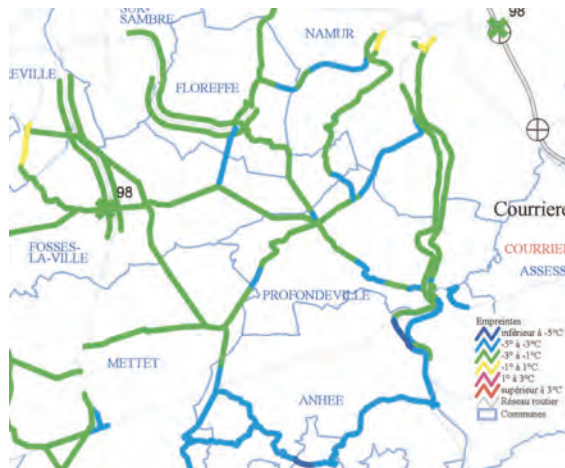
En région flamande, cette cartographie prend la forme, pour chaque circonstance météo, de cartes de températures relatives (rapportée à une température moyenne) de la surface de la route le long du réseau, et ce, en utilisant une échelle de couleur correspondant à des classes de 1°C Celsius. En combinant ces cartes de température relative avec les prévisions établies pour chaque zone climatique homogène représentée par une SMR, il devient possible de dresser une cartographie thermique prévisionnelle (24 heures) de la température de surface des routes.



Cartographie thermique prévisionnelle pour quelques routes flamandes

En région wallonne, où les empreintes thermiques sont partiellement renouvelées chaque année, les cartes de température relative sont raccordées aux mesures faites par les SMR afin de fournir en temps réel une cartographie thermique du réseau routier. Ces cartes sont également utilisées par le centre de gestion du trafic pour éventuellement informer les usagers sur l'existence de zones plus froides.

BELGIQUE



Cartographie thermique en temps réel le long de quelques routes wallonnes

Dans le cas de la région wallonne, l'ensemble de ces fonctionnalités est regroupé dans l'application Météoroutes. Afin d'améliorer l'accessibilité et la présentation des données, une nouvelle version de cette application a été développée (depuis 2004) sur la base de la technologie d'Internet. Cette évolution a permis d'intégrer de nouvelles sources de données prévisionnelles (telles que des images radars et des images satellites infrarouges, qui donnent une bonne vue du déplacement des zones nuageuses) et également un volet relatif aux interventions sur le terrain (organisation et exécution). Les districts routiers et autoroutiers disposent maintenant d'une seule application centralisée regroupant à la fois la consultation des données météorologiques en temps réel, des prévisions à court et moyen termes et la gestion des opérations sur le terrain.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Coût et bénéfices de l'entretien hivernal – Mesure d'efficacité

Toutes les informations relatives aux activités d'entretien hivernal (prévisions, éléments de décision, interventions réalisées, moyens humains et matériels mis en œuvre, travaux réalisés par les entreprises privées, consommation en sel) sont consignées quotidiennement au sein des districts. Ces données sont ensuite rassemblées par les divisions territoriales ou centrales afin de présenter, mensuellement et pour l'ensemble de la période hivernale (octobre à avril), toute statistique relative au service d'hiver (réseau routier à entretenir, moyens utilisés, consommation en fondant, coût).

Des indices de « consommation » sont actuellement utilisés (voir § 2.3 et 4.2).

Pratiques conduisant à des réductions supplémentaires de coûts ou à une meilleure préservation de l'environnement – Mesure de réduction de l'utilisation de fondants tout en maintenant les niveaux de service

L'enregistrement, l'analyse et le compte rendu des données relatives aux épandages (quantités de sel, utilisation des moyens humains et matériels, coûts...) encouragent chaque acteur à économiser ensemble le budget et l'environnement.

Des analyses annuelles, voire des formations complémentaires sont couramment organisées entre deux saisons successives.

Depuis 2000, avec son nouveau système de contrat d'entretien hivernal avec le secteur privé, l'Administration routière wallonne a renouvelé le parc d'épanduses exploité sur ses routes. Aujourd'hui, les nouvelles épanduses (type épandage humidifié) appartenant aux entreprises privées sont censées être capables de réaliser des épandages précis et mieux adaptés aux circonstances routières. Toutefois, avant le début du contrat pluriannuel, chaque machine doit avoir subi un contrôle technique visant à évaluer ses caractéristiques techniques et performances en matière de largeur d'épandage et de respect du dosage.



Aperçu du contrôle technique initial des épanduses pour l'épandage de sel humidifié (à gauche) et sec (à droite) – Région wallonne

Évaluation de l'entretien – Prescriptions relatives aux paiements

L'évaluation des interventions est principalement réalisée durant les inspections de réseau ainsi que lors de l'analyse des informations collectées par chaque district.

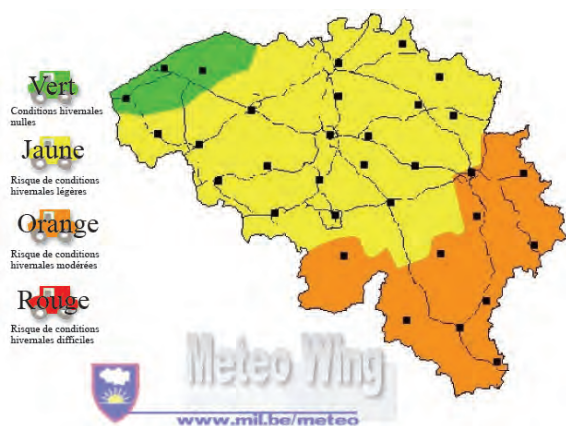
Les travaux d'entretien sont rémunérés sur la base des heures de prestations.

BELGIQUE

3.4 Sécurité et information routières

Information de l'utilisateur – Utilisation des technologies de l'information

Le bureau météo (WING) des forces aériennes publie sur Internet des bulletins de prévisions météorologiques relatifs à l'état des routes.



Exemple d'un bulletin (utilisant des codes couleur) de prévision du WING accessible via Internet (extrait de <http://www.mil.be/meteo/>)

Les administrations routières régionales fournissent également diverses informations relatives au trafic par l'intermédiaire de leur centre de gestion du trafic (3 en Belgique). Ces centres contrôlent et gèrent le trafic (en incluant parfois les transports en commun) autour de certaines villes et le long des réseaux régionaux.

Au sein de ces centres, la collecte de données s'opère à l'aide des moyens suivants :

- Visualisation du trafic : plusieurs centaines de caméras placées en des endroits stratégiques du réseau assurent le suivi en temps réel des conditions de circulation;
- Appareils de comptage : le comptage de véhicules sur autoroute est habituellement réalisé à l'aide de boucles ou de caméras;
- Appel d'utilisateurs : des téléphones pour appel d'urgence sont installés en bordure d'autoroutes tous les 2 km. De plus, des numéros d'appel sont spécialement réservés aux appels d'utilisateurs souhaitant rapporter un événement susceptible de présenter un danger ou de perturber la circulation;
- Détection automatique d'incidents;
- Information au sujet des travaux routiers;

- Information météorologique et entretien hivernal : les systèmes d'information météorologique des administrations wallonne et flamande collectent plusieurs types de données mesurées par les stations météorologiques et fournissent, grâce aux prévisions et à la cartographie thermique, un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires. Les renseignements relatifs aux interventions commandées par les districts sont également transmis au centre de gestion du trafic.

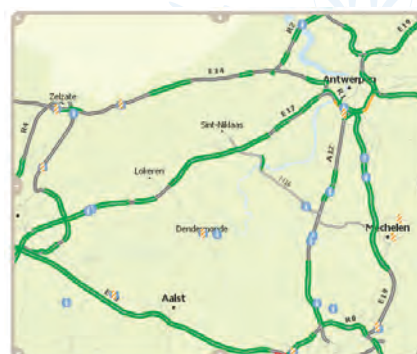
Les centres de gestion du trafic communiquent avec les usagers en utilisant différents canaux. Dans la mesure où l'information fournie doit être adaptée aux besoins des conducteurs (en temps réel, préparation d'un déplacement...) les moyens suivants sont communément utilisés :

- Panneaux à messages variables (PMV) : la signalisation routière est un moyen de communication efficace entre le gestionnaire et l'utilisateur;



Panneau à message variable

- Radio et système RDS-TMC : certaines radios travaillent en liaison étroite avec les centres de gestion du trafic;
- Sites Internet :
<http://www.bruxellesmobilite.be>
<http://www.verkeerscentrum.be/>
<http://routes.wallonie.be/trafiroutes>.



Information sur l'état du trafic sur autoroute en région flamande (extrait de <http://www.verkeerscentrum.be/>)

- : congestion;
- : trafic dense;
- : normal;
- : pas de donnée; travaux routiers.

BELGIQUE

Localement, dans certaines zones particulièrement sensibles et dangereuses, des systèmes de détection du brouillard reliés à des panneaux variables ou à des signaux lumineux sont installés en bord de route.

Échange international d'information routière

L'échange automatique d'information concernant la gestion du trafic entre régions contiguës est organisé sur la base d'un protocole européen standard (système OTAP).

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Comme chaque administration régionale développe sa propre politique d'entretien hivernal, les chapitres suivants présentent (de manière non exhaustive) les études et projets les plus intéressants en cours dans les régions.

4.1 Nouvelles technologies

L'administration routière de la région flamande a déjà équipé un tiers de ses épanduses d'un système de commande automatique programmé sur la base de coordonnées géographiques, ainsi que d'un outil guidant les chauffeurs en fonction des spécificités du circuit. Des épanduses équipées d'antennes GPS ont été achetées avec cet objectif. Cela constitue une étape supplémentaire en termes de monitoring des effets environnementaux et budgétaires des activités d'épandage, ainsi que du point de vue de la sécurité routière.

De plus, les premières actions ont été prises pour mettre en œuvre un système de gestion hivernale coordonnée. Un tel système devrait être lié à une banque de données couplée à des interfaces géographiques.

L'administration de la région Bruxelles-Capitale a réalisé une cartographie thermique de l'ensemble de son réseau routier et projette d'installer plusieurs stations météorologiques.

En région wallonne, un autre projet est également en phase de déploiement et concerne la localisation en temps réel (GPS) des épanduses en cours d'intervention. En 2005, la région wallonne a mis à l'étude un protocole standard d'échange de données et la conception d'un boîtier commun de transmission GPS, pour pouvoir gérer des données provenant de différentes marques d'épanduses (en grande partie privées), travaillant donc chacune avec leur propre boîtier de commande. Le déploiement de ce système (sur un total de 300 machines) se terminera au cours de l'hiver 2009-2010. Un système de visualisation et d'exploitation, appelé IRIS

a été élaboré en parallèle. Il se compose d'un module « cartographique » (pour le suivi en temps réel et la gestion des circuits), d'un module « historique » (tracé et données relatives aux prestations) et d'un module d'analyse « statistique ».



IRIS - Module cartographique temps réel

Une phase ultérieure est prévue, qui devrait permettre une gestion plus automatisée, à la fois des données relatives aux prestations des opérateurs privés et de celles concernant les stocks de sel.

4.2 Nouvelles approches de gestion

L'Administration flamande projette également de mettre au point un nouveau plan de niveaux de service et d'intégrer dans ses contrats d'entretien conclus avec les entreprises privées, une obligation de résultat, et de les axer sur la satisfaction des usagers.

Depuis 2005, la région de Bruxelles-Capitale gère également les épandages sur 72 km de pistes cyclables situées hors voirie. Cette activité connaît un développement important, les cyclistes s'attendant à un entretien hivernal semblable à celui des routes. L'objectif est de rendre les pistes cyclables praticables dans les 24 heures suivant une averse hivernale. La largeur des pistes cyclables nécessite l'emploi de véhicules appropriés. Des études sont également en cours afin de prévoir un déneigement des dalles piétonnes et des stationnements de délestage.

L'Administration routière wallonne souhaite élaborer des standards de qualité et des indicateurs de performance liés à la rigueur de l'hiver. Elle utilise pour ce faire 2 programmes informatiques majeurs : Météoroutes et NEVE, ainsi qu'un indice routier de dureté hivernale (IRDH).

Météoroutes est le nom donné au système d'information météorologique (voir le § 3.2). L'outil informatique NEVE est quant à lui à la disposition du coordinateur de service d'hiver et lui permet de gérer toute la problématique du service hivernal, selon 4 volets : les référentiels, les prestations du privé et de la régie, la gestion des fondants et les statistiques.



BELGIQUE

Il est primordial pour un gestionnaire de voirie d'analyser rapidement si les moyens (humain et matériel) développés dans le traitement hivernal sont adéquats, au regard de la réalité météorologique. Un indice routier de dureté hivernale est calculé pour cela via Météoroutes, à la fin de chaque mois et pour chacune des 51 stations météorologiques (principales et secondaires) wallonnes.

La formule suivante est appliquée pour quantifier la rigueur de l'hiver :

$$\text{IRDH} = 1,07 \text{ g} + 2,1 \text{ n}$$

où **g** est le nombre de jours de gel à la surface de la route (= jours effectifs avec $t^{\circ} \text{ route} \leq 0^{\circ} \text{C}$) et **n** est le nombre de jours de neige avec $t^{\circ} \text{ route} < 0^{\circ} \text{C}$). Le facteur 1,07 est censé tenir compte de l'imprécision des prévisions météorologiques; le facteur 2,1 se base sur l'hypothèse qu'une opération de déneigement coûte en moyenne 2 fois plus chère qu'un simple épandage.

Cet index est ensuite utilisé pour mettre en relation les activités d'entretien hivernal, et leur coût (bilan NEVE) avec la rigueur de l'hiver (bilan Météoroutes), et ainsi se situer en rapport qualité/coût.

5. Références

[1]: SNEYERS R., VANDIEPENBEECK M. [1995]. Notice sur le climat de la Belgique. Publication scientifique et technique N°002. Institut Royal Météorologique de Belgique

[2]: C.R.O.W. [1998]. Standaardisatie strooimachines – De juiste apparatuur voor elke specifieke situatie. CROW publicatie 131.

[3]: Moniteur Belge [05.01.2001]. 14 DÉCEMBRE 2000. – Loi fixant certains aspects de l'aménagement du temps de travail dans le secteur public.

Contacts pour de plus amples informations :

x.cocu@brrc.be

thierry.decoux@spw.wallonie.be

planning.coordinatie@mow.vlaanderen.be

meteo.routes@mrbc.irisnet.be



Région Bruxelles-Capitale - Activité de déneigement d'une piste cyclable (7 janvier 2009)



CANADA

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Le Canada, deuxième plus grand pays au monde, est borné par les États-Unis, et les océans Arctique, Pacifique et Atlantique. Quatre-vingt-dix pour cent de la population vivent à moins de 160 km des États-Unis. Ottawa, la capitale nationale, se trouve au sud de l'Ontario. Le Canada dépend beaucoup des exportations qui représentent environ 30 % de son PIB. Son réseau routier est donc essentiel à sa viabilité comme pays.

Réseau routier national du Canada



1.2 Réseau routier et circulation

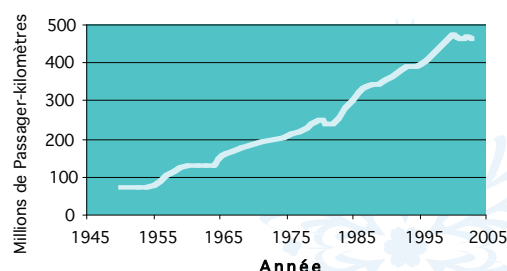
Superficie		9 093 507 km ²
Population		31 946 316
Densité de population		3,51 personnes/km ²
Kilomètres de route	1 408 800	Routes principales 102 700 km
		Routes secondaires 114 600 km
		Routes locales 1 191 600 km
Véhicules sur les routes	19 081 478	18 329 066 automobiles et camions légers
		77 447 autobus
		674 964 véhicules de plus de 4 500 kg
Automobiles et camions par 1000 personnes		574
Latitude (capitale)		45°25'N

Population et densité

	Territoire (000)	Population (000)	Densité de pop.
Canada	9 094	31 946	3,51
Terre-Neuve-et-Labrador	374	517	1,38
Île-du-Prince-Édouard	6	137	24,36
Nouvelle-Écosse	53	937	17,57
Nouveau-Brunswick	71	751	10,52
Québec	1 667	7 700	4,62
Ontario	918	12 393	13,50
Manitoba	554	1 170	2,11
Saskatchewan	592	995	1,68
Alberta	642	3 202	4,98
Colombie-Britannique	925	4 196	4,54
Yukon	474	31	0,07
Territoires du Nord-Ouest	1 183	43	0,04
Nunavut	1 936	30	0,02

Le graphique suivant représente la hausse générale des passagers-kilomètres en automobile entre 1945 et 2003.

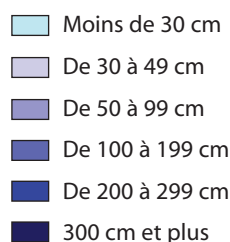
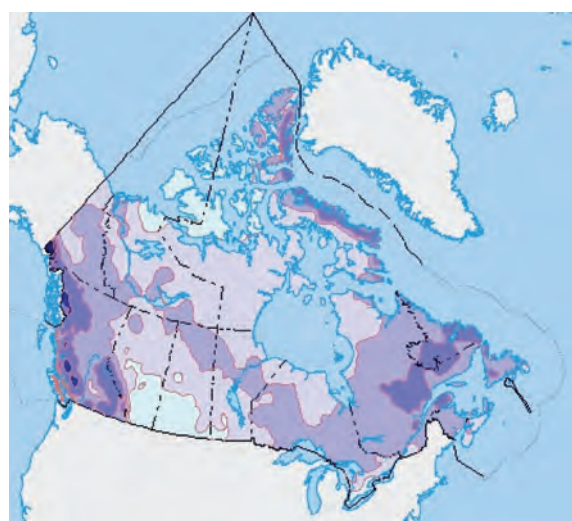
Distance parcourue par les Canadiens en automobiles



CANADA

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques



Cette carte indique l'épaisseur de neige maximale moyenne en centimètres calculée pendant 18 hivers (de 1979 à 1997). Dans la partie sud du Canada, la neige s'accumule habituellement en janvier ou février, tandis qu'elle atteint une épaisseur maximale beaucoup plus tard dans les régions montagneuses et dans l'Arctique. Les principaux éléments de la carte sont la forte accumulation maximale de neige dans la Cordillère nord-américaine où les épaisseurs de neige peuvent atteindre plusieurs mètres, et une accumulation maximale secondaire au Québec et au Labrador. Ces accumulations maximales sont attribuables à la proximité des océans qui agissent comme des sources d'humidité et de tempêtes hivernales, et à l'effet orographique des montagnes, dans l'ouest du Canada. Les deux maximums sont liés par une bande d'accumulation de neige plus forte qui suit la zone forestière boréale, la voie préférée des tempêtes d'hiver. Au nord de cette zone se trouve la couche neigeuse relativement peu profonde de l'Arctique (faibles chutes de neige avec fort compactage de la neige par le vent). Au sud, l'épaisseur de neige est limitée par la saison d'accumulation plus courte et la sublimation considérable de la neige dans les Prairies canadiennes.

2.2 Données sur les conditions météorologiques et les précipitations en hiver

Température minimale moyenne (°C)

Ville	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
Whitehorse	-13,0	-19,1	-22,0	-18,7	-12,3
Yellowknife	-17,7	-27,7	-30,9	-28,1	-23,3
Vancouver	3,1	0,8	0,5	1,5	3,1
Kelowna	-2,7	-6,4	-7,4	-5,5	-2,4
Edmonton	-8,2	-13,9	-16,0	-13,1	-7,3
Calgary	-8,9	-13,4	-15,1	-12,0	-7,8
Regina	-10,7	-18,5	-21,6	-17,1	-10,3
Winnipeg	-9,6	-19,1	-22,8	-18,7	-11,0
Toronto	-0,7	-6,7	-10,5	-9,7	-5,0
Ottawa	-2,8	-11,1	-15,3	-13,3	-7,1
Montréal	-2,2	-10,8	-14,9	-13,4	-6,9
Québec	-4,3	-13,4	-17,6	-16,0	-9,4
Fredericton	-3,5	-11,4	-15,5	-14,1	-7,8
Charlottetown	-1,1	-8,1	-12,6	-12,4	-7,1
Halifax	-0,7	-7,1	-10,7	-10,2	-5,8
St. John's	-0,7	-5,5	-8,6	-9,3	-6,2
Goose Bay	-8,1	-18,3	-23,3	-21,9	-15,4
Iqaluit	-16,7	-26,9	-30,6	-32,2	-28,6

Selon les Normales climatiques du Canada 1971-2000



Dénégement dans les provinces maritimes du Canada



CANADA

Ville	Chute de neige moyenne par année (en cm)	Jours moyens de précipitations verglaçantes par année
Whitehorse	145,0	2
Yellowknife	151,8	11
Vancouver	48,2	1
Kelowna	101,8	2
Edmonton	123,5	8
Calgary	126,7	6
Regina	105,9	14
Winnipeg	110,6	13
Toronto	115,4	10
Ottawa	235,7	17
Montréal	214,2	13
Québec	315,9	15
Fredericton	276,5	13
Charlottetown	311,9	17
Halifax	230,5	16
St. John's	322,3	38
Goose Bay	458,8	13
Iqaluit	235,8	6

Selon les Normales climatiques du Canada 1971-2000

2.3 Indices hivernaux

L'Association des transports du Canada (ATC) a commandé récemment un projet de création d'un indice d'évaluation de la rigueur de l'hiver qui permettra aux instances d'évaluer la rigueur d'un hiver par rapport aux hivers précédents. Cet outil peut aussi servir à fournir aux responsables de l'entretien des routes de meilleures informations pour répondre au besoin d'ajuster les fonds de leurs programmes d'entretien des routes et d'établir la corrélation entre la rigueur de l'hiver et l'utilisation des sels de voirie.

3. Gestion des routes en hiver

3.1 Normes et réglementation

Les inventaires routiers de la plupart des instances responsables de l'entretien des routes au Canada comprennent trois catégories ou plus de niveau de service en hiver.

Chaque niveau comporte une norme de rendement différente, selon les débits de circulation et la configuration de la route. Les résultats atteints vont d'une chaussée enneigée durcie, sur les routes secondaires, à une chaussée entièrement dégagée sur les routes à grand débit. Plusieurs instances incluent maintenant une période de temps maximale pour atteindre leurs objectifs de service quant à l'état de la chaussée.

Au cours de la dernière décennie, des mesures d'anti-verglaçage ont été incluses dans les politiques officielles d'intervention en cas de tempêtes, comme moyen de respecter les niveaux de service déterminés, tout en utilisant le moins possible de produits chimiques. Le déploiement de systèmes d'information météorologique (SIMR) dans l'ensemble du pays a permis d'inclure les techniques d'utilisation de produits liquides dans les méthodes d'antiverglaçage.

Les instances responsables de routes à grand débit, comme l'Ontario, ont installé des systèmes d'antiverglaçage fixes sur certains ponts et ouvrages d'art, afin d'y empêcher la formation de glace.



Déneigement au Canada (c) COREL Corporation 1994

CANADA

Niveaux de service types en hiver

	Autoroutes	Routes de grande communication	Routes de liaison	Routes locales
Norme d'entretien				
État visé de la surface	Chaussée dégagée	Chaussée dégagée	Chaussée dégagée au centre	Enneigée avec abrasif
Délai maximal pour niveau de service	Dans les 4 à 12 heures après la tempête	Dans les 12 heures après la tempête	Dans les 12 heures après la tempête	Dans les 12 à 24 heures après la tempête
Accumulation de neige déclenchant l'entretien	≥ 2 cm	≥ 2 cm	≥ 5 cm	≥ 8 cm
Produits				
Sel	Au besoin	Au besoin	Au besoin	s. o.
Sable	Température de la surface de ≤ -10 °C	Température de la surface de ≤ -10 °C	Température de la surface de ≤ -10 °C	Au besoin

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Plus de 250 postes de capteurs de l'environnement (PCE) sont utilisés au Canada. Grâce à l'effort concerté des provinces et des territoires, de Transports Canada et d'Environnement Canada, des centaines d'autres PCE seront installés au cours des prochaines années.



Station du SIMR près d'Ottawa, Canada

Le gouvernement fédéral a confirmé l'appui suivant à un réseau intégré SIMR pour le Canada :

- Environnement Canada fournira des services de base en matière de données, comme un contrôle de la qualité en temps réel, la création d'une base nationale de données intégrées du SIMR, des prévisions météorologiques numériques et d'autres données;
- Transports Canada contribuera jusqu'à 50 % des fonds requis pour l'achat et l'installation d'un nombre de stations du SIMR déterminé au prorata du réseau routier national (RRN) du Canada.

Les provinces (et les territoires) franchissent, pour la plupart, l'étape de la mise en œuvre de leur partie du réseau national. Quelques-unes d'entre elles sont en train de négocier et de signer des ententes avec les deux ministères fédéraux, d'autres ont déjà effectué les travaux depuis un certain temps, tandis que d'autres encore, en sont à l'étape des essais et des études.

Les provinces et les territoires ont collaboré étroitement avec Environnement Canada et bénéficient de l'appui de Transports Canada et d'Environnement Canada pour tous les aspects de la mise sur pied du réseau national, depuis la préparation (et l'acceptation) des devis communs pour l'équipement des SIMR, jusqu'aux protocoles d'échange de données et de métadonnées. La collaboration se poursuit avec le secteur universitaire et des organismes non gouvernementaux (ONG), comme l'Association des transports du Canada, pour l'élaboration des indices de rigueur de l'hiver et les définitions normalisées de l'état de la surface de la chaussée.



CANADA

Les provinces et les territoires espèrent intégrer davantage d'éléments des systèmes de transport intelligents en hiver, dans le but d'offrir au public voyageur un entretien optimal des routes, tout en réduisant les impacts environnementaux et les coûts. On prévoit aussi que l'ensemble national de données intégrées constituera un avantage marqué pour l'industrie canadienne des systèmes de transport intelligents et qu'il fournira les intrants à des initiatives comme le 511 – la ligne téléphonique nationale d'information météorologique et routière qui dessert l'Amérique du Nord.

Grâce à un réseau national de stations SIMR, le Canada sera un chef de file mondial dans la technologie météorologique routière intégrée à grande échelle.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Les provinces et les territoires prennent des mesures visant à améliorer la gestion des sels de voirie sur leurs routes, selon les lignes directrices d'Environnement Canada. Les ministères des Transports au Canada ont, pour la plupart, adopté une technologie améliorée afin d'appuyer cette démarche. Les épandeurs sont presque toutes converties à un contrôle informatisé de la vitesse au sol afin d'accroître la précision du taux d'épandage et l'enregistrement du matériau utilisé. La localisation automatique des véhicules (LAV) est aussi de plus en plus utilisée à mesure que les organismes cherchent à déterminer avec précision les zones d'épandage des produits déglacants et à surveiller les routes déneigées. L'installation de capteurs infrarouges (CI) sur les véhicules de patrouille pour vérifier la température de la chaussée et les taux d'épandage des produits déglacants est de plus en plus courante.

La gestion écologique des sels de voirie : un pas vers le développement durable

L'arrivée du froid et des intempéries hivernales oblige les administrations routières à avoir recours à des mesures d'entretien des rues et des routes. Parmi celles-ci, les sels de voirie occupent une place de choix en tant que principal agent de déglacage des routes. Ainsi, près de 5 millions de tonnes de sels de voirie sont utilisées chaque hiver au Canada.

Dans l'optique d'un développement durable et de la nécessité d'assurer à la fois la sécurité des Canadiens sur les routes et la protection des écosystèmes, une gestion améliorée des sels de voirie s'impose. Au Canada, la notion de développement durable a été intégrée dans la législation fédérale notamment dans la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*. Le défi à relever consiste à favoriser une utilisation plus efficace des sels de voirie afin de réduire leur volume dans l'environnement et ainsi diminuer la pollution des écosystèmes, des cultures et des sources d'eau potable.

Code de pratique

Environnement Canada a publié, le 3 avril 2004, le *Code de pratique pour la gestion environnementale des sels de voirie*. Ce Code, développé avec la participation des municipalités et des administrations routières, recommande aux intervenants de comparer leur gestion actuelle des sels de voirie avec les pratiques préconisées par les spécialistes du domaine des transports, comme, notamment, les *Meilleures pratiques de gestion des sels de voirie* de l'Association des transports du Canada.

Les municipalités et administrations routières visées par le Code de pratique sont celles qui utilisent, ou sont responsables de l'utilisation de plus de 500 tonnes de sels de voirie par année, sur les routes publiques du Canada. Sont aussi visées, celles qui comptent sur leurs territoires des zones vulnérables (par exemple, les milieux humides bordant les routes) qui pourraient être affectées par les sels de voirie. Ces zones sont déterminées par les municipalités ou administrations routières par les municipalités ou services de voirie, éventuellement avec l'assistance d'organismes locaux ou régionaux actifs dans la protection de l'environnement. Des exemples typiques de zones vulnérables incluent :

- les puits d'approvisionnement en eau des résidences rurales situées à proximité d'autoroutes ou de sites d'entreposage de sels;
- les parcs provinciaux ou nationaux, les réserves fauniques;
- la proximité de cours d'eau et les zones humides;
- les zones plus sensibles au sel;
- certains types de cultures, comme les vergers de la région de Niagara, dans le sud de l'Ontario.



CANADA

Même si les instances responsables de voirie au Canada ne répondent pas à ces critères, elles sont tout de même encouragées à adopter de meilleures pratiques de gestion applicables à leurs conditions locales et à s'inspirer de ce Code.

Le Code de pratique, élaboré en collaboration avec les parties prenantes des municipalités et des provinces, constitue un outil volontaire qui permet aux instances responsables de l'entretien des routes au Canada de mettre en œuvre des solutions appropriées à leur situation. Le taux d'adhésion au Code et la mise en œuvre des *Meilleures pratiques* au cours des cinq prochaines années détermineront si des mesures de contrôle plus strictes seront nécessaires. Un programme de suivi environnemental est également mis sur pied par Environnement Canada afin d'évaluer les progrès accomplis tout au long de la mise en œuvre du Code.

Les nombreux progrès réalisés au Canada au cours des dernières années par les services de voirie dans l'entretien hivernal augurent bien pour l'avenir, en matière de mobilité et de sécurité routière accrues, tout en améliorant la protection de l'environnement.



Camion d'épandage de sel en Colombie-Britannique



CANADA-QUÉBEC

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

Situé dans la partie nord-est de l'Amérique du Nord, le Québec est ouvert sur l'Atlantique et s'étend des frontières des États-Unis jusqu'à l'Arctique.



D'un point de vue géologique, le Québec se divise en trois grandes régions : le Bouclier canadien, formé essentiellement de granite et de gneiss très ancien, la plaine argileuse des basses-terres du Saint-Laurent et l'extension de la chaîne américaine des Appalaches, composée en grande partie de roches sédimentaires. Le relief du territoire du Québec est peu accentué, dépassant rarement les 900 mètres d'altitude. La portion nord du Québec présente une végétation de toundra dont le sol repose sur un pergélisol plus ou moins continu. Plus au sud, on trouve successivement une zone de taïga (299 900 km²) suivie de la forêt boréale, abritant une faune et une flore très diversifiées (761 000 km²).

Le réseau hydrographique du Québec est important et couvre au total plus de 355 000 km². Il se divise en deux systèmes distincts, l'un s'écoulant vers l'est en direction de l'océan Atlantique par l'intermédiaire du fleuve

Saint-Laurent et de son estuaire et, le second, s'écoulant vers l'ouest et le nord en direction de la baie James et des baies d'Hudson et d'Ungava.



Le Saint-Laurent constitue une véritable voie de pénétration du continent nord-américain. C'est sur les rives de ce fleuve que la majorité des Québécois ont choisi de vivre. Bien que le Québec soit une société pluraliste, où se côtoient diverses cultures, 80 % de la population est d'expression française. La partie habitée du territoire québécois est à moins de 1 000 km des plus grands centres urbains et industriels du Nord-Est américain, ce qui constitue un bassin de plus de 100 millions d'habitants.



Figure 1 – Réseau routier québécois



CANADA-QUÉBEC

Tableau 1 – Données démographiques et routières

Population du Québec	7 828 879 hab. (80 % vivent dans les villes)
Population de la région métropolitaine	Montréal : 3 750 540 hab.
Territoire	1 667 441 km ²
Latitude	45° à 60° Montréal : 45° 28 (80 % de la population vit sous le 47° de latitude)

Au Québec, les pouvoirs en matière de transport sont partagés entre les gouvernements fédéral et provincial. Ainsi, le réseau routier est sous la responsabilité du Québec, alors que les domaines maritime, aérien et ferroviaire relèvent principalement du gouvernement fédéral.

Le ministère des Transports du Québec a établi un système de classification des routes qui est à la base de la gestion courante du réseau dont il a la responsabilité. Ce système permet de catégoriser et de regrouper les routes selon leur fonction et leur importance. Cette classification fonctionnelle du réseau est en concordance avec celles qui sont en vigueur dans les autres provinces canadiennes et aux États-Unis.

Les routes ainsi classées ont pour vocation de relier les principales concentrations de population, les équipements et les territoires d'importance nationale et régionale (tableau 2). À l'exception du réseau local dont la responsabilité incombe aux municipalités du Québec (106 800 km), ces routes (tableau 3) relèvent toutes de la compétence du Ministère.

Tableau 2 – Classification fonctionnelle du ministère des Transports du Québec

Classification	Caractéristique
Réseau autoroutier	L'ensemble des infrastructures autoroutières.
Réseau national	Les routes interrégionales et celles reliant entre elles les grandes agglomérations. (> 25 000 hab.)
Réseau régional	Lien entre les agglomérations secondaires (de 5 000 à 25 000 hab.) et les grandes agglomérations.
Réseau collecteur	Relie les petites agglomérations (< 5 000 hab.) aux agglomérations plus importantes.
Réseau local	Permet de relier les petites agglomérations entre elles et d'accéder aux propriétés privées.
Réseau d'accès aux ressources	Mène à des zones d'exploitation forestière ou minière, à des chantiers d'exploitation hydroélectrique ou à des zones de récréation et de conservation relevant de l'État.

Tableau 3 – Réseau entretenu par le ministère des Transports du Québec

Réseau	Longueur ⁽¹⁾	DJMA Moyen ⁽²⁾
Autoroutier	5 775 km	14 424 ⁽³⁾
National	8 892 km	4 058
Régional	5 513 km	2 937
Collecteur	7 819 km	1 438
Accès aux ressources	1 437 km	177
Total	29 416 km	

⁽¹⁾ **Longueur** : Kilomètre pondéré deux voies.

⁽²⁾ **DJMA** : Débit journalier moyen annuel. Ces débits ne tiennent pas compte de la circulation locale en milieu urbain.

⁽³⁾ **Autoroutier** : Le résultat est pondéré en divisant le DJMA du total des voies et les véhicules-km annuels par 2,57.



CANADA-QUÉBEC

2. Données climatiques

D'un point de vue climatique, le Québec se définit sommairement par les éléments suivants :

- du 45° parallèle, au sud, jusqu'à l'extrême nord, le Québec couvre 15 degrés de latitude. Environ 70 % du territoire est situé en milieu nordique;
- sur cet immense territoire de 1 667 441 km², on trouve quatre types de climat : maritime, continental humide, subarctique et arctique. Le climat continental caractérise les régions les plus peuplées du Québec;
- le sol gèle durant au moins quatre mois, à une profondeur variant de 1,2 m à 3 m. Dans certaines régions, la période de gel peut même s'étendre de septembre à mai;
- les écarts de température quotidiens peuvent atteindre 25 °C;
- l'hiver est la saison la plus longue. Il affecte la totalité du territoire québécois. Selon les régions, il peut durer en moyenne de 18 à 25 semaines et le nombre de jours où il y a des chutes de neige varie de 55 à plus de 120;
- le Québec reçoit en moyenne 300 cm de neige chaque année. Dans certaines régions monta-gneuses, les accumulations peuvent même atteindre jusqu'à 6 m.

Tableau 4 - Température et précipitations

	Montréal (alt. 36 m)	Québec (alt. 64 m)	Sept-Îles (alt. 55 m)	Gaspé (alt. 34 m)
T° moy. annuelle (°C)	6,1	4,0	0,8	2,9
T° moy. en janvier (°C)	-10,4	-12,8	-15,3	-11,9
T° moy. en juillet (°C)	20,9	19,2	15,3	16,6
Jour sans gel (T° > 0°C)	210	189	163	162
Pluie annuelle (mm)	760	924	757	752
Neige annuelle (cm)	214	316	412	380
Jour avec neige (n)	80,6	107	119	106



3. Gestion hivernale des routes

3.1 Cadres législatif et normatif

Dans la réalisation de sa mission, le ministère des Transports est encadré sur le plan législatif par la [Loi sur la voirie](#). Ce cadre a pour objet le partage de la gestion du réseau routier avec les municipalités. Il établit notamment la compétence du Ministère sur les routes que détermine, par décret, le gouvernement du Québec et définit les pouvoirs et obligations relatifs à la gestion de ces routes. Ainsi, les responsabilités du Ministère en matière d'entretien d'hiver sont définies à l'article 14 de cette loi.

Niveaux de service

En période hivernale, le ministère des Transports du Québec détermine les niveaux de service pour le réseau routier dont il a la responsabilité en fonction de deux principaux critères, soit la classification fonctionnelle du réseau et le débit de circulation journalier moyen en période hivernale (DJMH) qu'on y enregistre.

Tableau 5 – Détermination du niveau de service

Classification fonctionnelle	DJMH	Niveau de service
Autoroute	–	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
Route nationale	> 2 500	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
	≤ 2 500	Chaussée partiellement dégagée ⁽²⁾
Route régionale	> 2 500	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
	≤ 2 500	Chaussée partiellement dégagée ⁽²⁾
Route collectrice et accès aux ressources	> 2 500	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
	de 500 à 2 500	Chaussée partiellement dégagée ⁽²⁾
	< 500	Chaussée sur fond de neige durcie ⁽³⁾

(1) Chaussée dont les voies de roulement, y compris les accotements, sont exemptes de neige et de glace sur toute la largeur.

(2) Chaussée dont les voies de roulement sont exemptes de neige et de glace sur 3 m de largeur dans les sections droites et sur 5 m de largeur aux points critiques.

(3) Chaussée dont les voies de roulement et les accotements sont sur fond de neige durcie d'une épaisseur maximale de 3 cm.



CANADA-QUÉBEC

Normes de qualité, indicateurs de performance

Le ministère des Transports du Québec a mis en œuvre ces dernières années diverses mesures visant à améliorer sa performance en matière d'entretien hivernal. Ainsi, afin de répondre aux enjeux dictés par la Loi sur l'administration publique en mai 2000, le Ministère entreprenait en 2002 une vaste démarche pour concevoir et utiliser un indicateur de performance en matière d'entretien d'hiver (réf. 3.3). Il poursuit également l'évaluation d'un indice de rigueur hivernale lui permettant d'établir une comparaison objective de la rigueur des hivers entre eux et de leur incidence sur les efforts d'entretien déployés.

Matériaux

L'étendue du réseau routier et la nécessité d'assurer un approvisionnement efficace et sûr aux nombreux points de service qu'on y trouve ont amené le ministère des Transports à conclure une entente contractuelle par laquelle il confie à un fournisseur unique l'approvisionnement d'une part importante du chlorure de sodium (sel gemme) qu'il utilise pour l'entretien de son réseau. Cette entente fixe notamment les caractéristiques techniques que ce produit doit respecter pour satisfaire aux exigences du Ministère. Ces caractéristiques s'inspirent, entre autres choses, des normes en vigueur en Amérique du Nord.

Tableau 6 – Exigences pour le sel de déglacage

Tamais	Minimum (% passant)	Maximum (% passant)
12,5 mm	—	—
10 mm	95	100
5 mm	20	90
2,5 mm	10	60
630 m		11

Tableau 7 – Spécifications des fuseaux granulométriques pour abrasifs

Tamais	Type AB-5 (% passant)	Type AB-10 (% passant)
10 mm	—	100
8 mm	100	—
5 mm	85-99	95-100
2,5 mm	1-15	—
1,25 mm	0-5	0-70
630 m		0-50
315 m		0-35
160 m		0-15
80 m		0-5

AB-5 : Bien adapté pour les abrasifs constitués de pierres concassées et le fuseau granulométrique.

AB-10 : Abrasifs composés de sable tamisé, de pierres concassées ou de gravier concassé ou non.

Sur le plan réglementaire, le gouvernement canadien, sous le couvert de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, publiait le 3 avril 2004 un code de pratique invitant les administrations routières à mettre en œuvre des mesures visant à réduire les dommages causés à l'environnement par les sels de voirie. Pour sa part, le Québec possède une législation relative à la protection de l'environnement dans laquelle on trouve notamment une réglementation qui encadre l'élimination des neiges dites usées.

De plus, par l'adoption de sa [Loi sur le développement durable](#) en avril 2006, le gouvernement du Québec instaure, au sein des administrations publiques, un cadre de gestion par lequel l'exercice de ses pouvoirs et de ses responsabilités s'inscrit dans la recherche d'un développement durable. C'est dans ce cadre que le ministère des Transports du Québec déposait, en mai 2009, son plan d'action intitulé [Stratégie de développement durable 2009-2013](#). Par cette stratégie, le Ministère s'engage notamment à coordonner l'élaboration d'une stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie, laquelle doit s'accompagner d'un plan de gestion environnementale des sels de voirie mis en œuvre au sein du ministère des Transports, mais également chez les autres gestionnaires de réseau (villes et municipalités). Pour le Ministère, ce plan de gestion existe déjà depuis 2008 et précise les grands objectifs qu'il s'est donnés en matière de gestion environnementale des sels de voirie.

Matériel

Au Québec, le Code de la sécurité routière (CSR) régit l'utilisation des véhicules sur les chemins publics et encadre notamment l'utilisation sur le réseau routier des chaînes et des crampons installés sur les pneus. Leur utilisation est autorisée du 15 octobre au 1^{er} mai et est limitée à certaines catégories de véhicules. Depuis octobre 2008, la réglementation sur l'utilisation de pneus conçus spécifiquement pour la conduite hivernale est entrée en vigueur au Québec. Cette obligation couvre la période du 15 décembre au 15 mars inclusivement et touche tous les véhicules de promenade immatriculés au Québec, y compris les voitures taxis.

Tableau 8 – Crampons, chaînes et pneus d'hiver – Véhicules autorisés

Dispositifs	Autorisation
Crampons	Véhicules commerciaux et de promenade ⁽¹⁾ dont la masse totale en charge n'excède pas 3 000 kg
Chaînes	Véhicules d'urgence et de déneigement des routes
Pneus d'hiver	Véhicules de promenade ⁽¹⁾ et voitures taxis immatriculés au Québec, y compris les véhicules de promenade de location

(1) Capacité de transport d'au plus 9 personnes.

CANADA-QUÉBEC

Matériel affecté à l'entretien du réseau

Comme l'ensemble des véhicules automobiles au Québec, le matériel affecté à l'entretien des routes en période hivernale et son utilisation sont soumis au CSR et à divers autres règlements et lois :

- la [Loi concernant les propriétaires et les exploitants de véhicules lourds](#) permet un encadrement du transport routier en introduisant un système administratif d'inscription des propriétaires et des exploitants de véhicules lourds, l'attribution d'une cote de sécurité de même que l'imposition de sanctions en cas d'infractions;
- la [Loi sur les heures de conduite et de repos](#) oblige les exploitants de véhicules lourds à se soumettre à un contrôle des heures de conduite et de travail effectuées. Ainsi, pour assurer la sécurité du public et permettre de dégager les routes des accumulations de neige ou y épandre des fondants ou des abrasifs, l'opérateur de camion de déneigement peut conduire jusqu'à un maximum de 15 heures par quart de travail. Il doit cependant respecter certaines règles, dont celles-ci :

Tableau 9 – Déneigement - Heures de conduite et de repos

Obligations	Règles
Cesser de conduire si le cumul des heures de travail est :	> 16 heures
Nombre d'heures de repos consécutives avant de commencer un premier quart de travail	≥ 8 heures
Nombre d'heures de repos journalier durant une période de 3 jours au cours desquels sont effectués 3 quarts de travail	≥ 30 heures
Nombre d'heures de conduite au cours de 3 quarts de travail	≤ 39 heures

Heures de conduite : Heures pendant lesquelles le conducteur est aux commandes d'un véhicule lourd dont le moteur est en marche.

Heures de travail : Période qui inclut les heures consacrées à de la conduite et à diverses fonctions.

De même, les propriétaires ou exploitants de véhicules lourds doivent procéder à une vérification visuelle et auditive de certaines composantes de leur véhicule dans le but de prévenir les accidents que pourrait causer le mauvais état du véhicule;

- le [Règlement sur les normes de charges et de dimensions](#) applicables aux véhicules routiers et aux ensembles de véhicules routiers a principalement pour objectifs d'assurer la sécurité des usagers de la route et de protéger les infrastructures routières (ponts et chaussées). Ce règlement fixe diverses normes limitant, entre autres choses, les dimensions et les charges des véhicules routiers circulant sur les voies publiques. En outre, au printemps, pour tenir compte de la capacité portante réduite du réseau routier en période de dégel, il impose des restrictions de charge selon trois zones définies. Selon l'évolution des conditions météorologiques, le début et la fin de la période de restriction des charges peuvent être devancés ou retardés.



Figure 2 – Zones de restriction des charges

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien d'hiver

La structure organisationnelle du ministère des Transports est largement décentralisée. Elle compte notamment deux directions générales opérationnelles dont relèvent, pour tout le territoire du Québec, 59 centres de services répartis géographiquement à l'intérieur de 14 territoires distincts. Ces unités territoriales jouissent d'une grande autonomie en matière de gestion des ressources et agissent de concert avec les organismes régionaux et municipaux présents dans le milieu.

La responsabilité d'entretenir le réseau revient directement aux centres de services qui, pour ce faire, concluent majoritairement des ententes contractuelles soit avec le secteur privé (pour 68 % du réseau), soit avec les municipalités intéressées (pour 13,5 %). Pour sa part, le Ministère est responsable de l'entretien de 18,5 % du réseau. Pour les travaux d'entretien courant, le Ministère, tout comme le secteur privé, privilégie l'utilisation de camions à trois essieux.

CANADA-QUÉBEC

Tableau 10 – Camion de déneigement

Caractéristiques de base	Spécifications
Capacité de l'essieu arrière	18 000 kg
Capacité de l'essieu avant	9 000 kg
Masse totale en charge	27 000 kg
Moteur	Diesel : 223 kw minimum
Suspension arrière	Pneumatique
Châssis	Une seule pièce
Épandeur	9 m ³
Aile chasse-neige	3 658 mm
Chasse-neige à sens unique	3 048 mm
Harnais avant	Oui

Ce type de véhicule est dit « polyvalent » car il permet, en alternance ou de façon simultanée, d'exécuter des travaux de déneigement ou de déglacage sur le réseau. Cette polyvalence facilite le synchronisme des opérations et assure une meilleure efficacité de ces dernières. Ces véhicules sont également équipés d'un régulateur d'épandage et, depuis 2009, d'une signalisation lumineuse spécifique pour les opérations de déneigement. La mise en place de ces nouvelles mesures, dont l'objectif est d'améliorer la visibilité de ce type de matériel, doit être complétée en 2011, et ce, sur l'ensemble des camions opérant pour le compte du Ministère.



L'attribution des contrats de déneigement par le ministère des Transports est, bien sûr, réglementée. Elle se fait soit par appel d'offres auprès du secteur privé, soit sur la base d'une négociation avec les municipalités, elles-mêmes gestionnaires de réseau (106 800 km).

Ces ententes contractuelles, basées essentiellement sur une mesure du résultat, sont d'une durée d'un an et comportent une clause de reconduction, généralement pour deux années additionnelles. Le prix soumissionné (ou négocié) étant forfaitaire, l'entrepreneur (municipalité) performant peut maintenir en vigueur l'entente contractuelle avec le Ministère pendant une période maximale de trois années. Cette approche lui permet de mieux répartir les risques financiers inhérents à l'exécution de son contrat et à la rigueur des hivers. Ces ententes prévoient généralement la fourniture des matériaux nécessaires à l'entretien du réseau par les entrepreneurs (sel et abrasifs).

Afin de compléter ses propres équipes d'entretien, le Ministère loue des camions de déneigement avec opérateur. Ces derniers relèvent entièrement du Ministère et sont intégrés aux équipes d'entretien existantes.

Gestion opérationnelle

Le partenariat auquel recourt le Ministère pour l'entretien du réseau s'appuie sur des attentes claires en ce qui a trait aux résultats attendus. Aussi, suivant le type de réseau entretenu, trouve-t-on à l'intérieur de chaque contrat accordé (documents administratifs et techniques) des exigences précises relativement au déneigement, au déglacage et à la patrouille du réseau.

Pour sa part, le Ministère effectue une surveillance de l'ensemble du réseau sous sa responsabilité afin de s'assurer du respect des attentes prescrites. Pour encadrer cet exercice et garantir une uniformité dans les pratiques de surveillance du réseau, le Ministère, par l'entremise de ses directions territoriales, s'est défini des cadres de gestion de la surveillance des travaux d'entretien d'hiver. Également, le Ministère s'active à déployer de façon circonscrite des centres intégrés de monitoring du réseau (CIM), lesquels exercent, avec l'aide de technologies adaptées, un suivi météorologique appuyant la gestion des activités opérationnelles effectuées sur le réseau.

Fermeture de routes

Le ministère des Transports peut décider d'interdire temporairement la circulation sur une route pour assurer la sécurité des automobilistes. Cette décision est toujours prise de concert avec la sécurité civile, les municipalités et les corps policiers concernés. Seul, le Ministère peut décider du moment où il convient de rétablir la circulation.

CANADA-QUÉBEC

Coopération entre gestionnaires de réseau

La diversité des problématiques hivernales rencontrées partout sur le territoire québécois et canadien et la pluralité des intervenants interpellés par cette question forcent la mise en place d'efforts constants de concertation. Afin de favoriser l'échange des connaissances et la formation dans le domaine, le ministère des Transports travaille en étroite collaboration avec d'autres gestionnaires de réseau, aux prises avec des problématiques semblables. Cette collaboration donne lieu à des échanges fructueux au sein de comités techniques (Aurora) et associations en transport, comme l'Association des transports du Canada (ATC), le Comité technique sur la viabilité hivernale de l'Association mondiale de la route (AIPCR) ou l'Association québécoise du transport et des routes (AQTR).

C'est dans cet esprit de mise en commun des connaissances et des expériences acquises que le ministère des Transports, en partenariat avec l'AQTR, anime la Direction technique sur la viabilité hivernale. Ce groupe, constitué de représentants des grandes villes du Québec et de l'industrie du déneigement, a pour objectif de partager sur les façons de faire dans le domaine et, notamment, le résultat des travaux issus du Comité international B5 sur la viabilité hivernale de l'AIPCR. Le Ministère poursuit également sa collaboration avec le ministère français de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer à travers une démarche commune touchant la vulnérabilité de l'environnement aux fondants routiers. Par leurs efforts communs, ces deux ministères espèrent élaborer et mettre à l'essai des outils méthodologiques pour l'identification et l'évaluation des zones vulnérables aux sels de voirie tout en réduisant la pression environnementale exercée par ces sels.

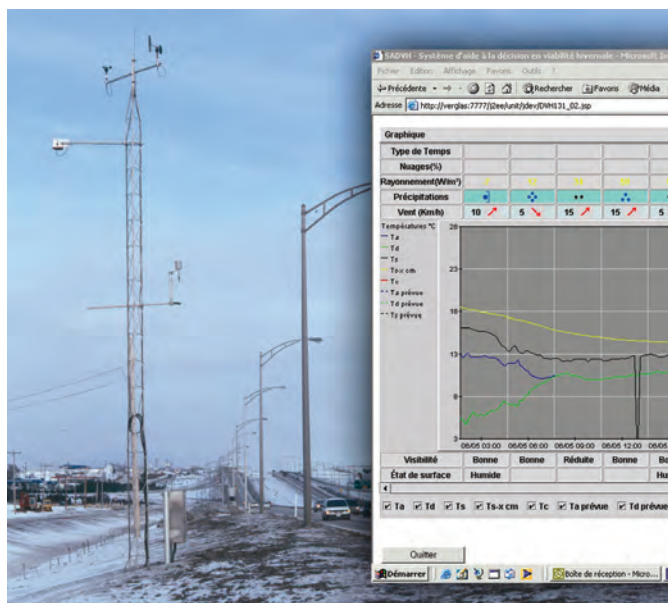


Figure 3 – Station météorologique et système DVH-6024

Météoroutière et formation

- Station météorologique fixe

De par sa conception utilisant une architecture ouverte, la station entièrement mise au point par le ministère des Transports offre beaucoup de souplesse quant au choix des différents capteurs la composant. Elle permet de mesurer avec précision les principaux paramètres météorologiques et routiers qui ont un impact sur la variation des conditions de chaussée. Elle alimente également le processus de décision menant à l'établissement de la période de restriction de charge printanière sur le réseau routier québécois. Deux types de stations ont été mis au point : un premier offrant une gamme complète de mesures (voir tableau 11) et un second type de station allégée et moins onéreuse se limitant à mesurer uniquement certains paramètres météo et routiers ciblés. L'implantation de ces technologies s'est effectuée selon une approche prudente de manière à déterminer les bénéfices qui y sont associés et à permettre une consolidation de l'instrumentation composant ces installations. À l'automne 2008, le réseau de stations météorologiques du Ministère comptait 35 stations. Le Ministère entend bonifier son réseau existant par l'addition de 13 nouvelles stations d'ici l'automne 2011. Afin de faciliter la gestion et l'interprétation des données recueillies, un système informatique (DVH-6024) a été développé et implanté au profit du personnel opérationnel. Le volet prévision (météorologique et routière [Ts]) est intégré au système DVH-6024; la portion prévision météorologique étant confiée par appels d'offres au secteur privé.

- Station météorologique mobile

Conçues par le ministère des Transports du Québec, les stations météorologiques mobiles permettent de compléter l'information recueillie par les stations fixes. Ces équipements qui sont installés sur des véhicules de patrouille du Ministère permettent d'obtenir un portrait précis du comportement de la chaussée tout au long de l'itinéraire du véhicule de patrouille. L'interprétation des différents paramètres mesurés permet à l'opérateur du véhicule d'anticiper la formation de glace routière et, au besoin, de corriger les stratégies d'épandage en fonction des données mesurées.



Figure 4 – Station météorologique mobile



CANADA-QUÉBEC

Tableau 11 – Fonctionnalités - Stations fixes et mobiles

Fonctionnalités disponibles	Station fixe	Station mobile
Intensité - Direction des vents	Oui	Non
Intensité - Type de précipitation	Oui	Non
Température de l'air (T_a)	Oui	Oui
Humidité relative (U) ⁽¹⁾	Oui	Oui
Pression atmosphérique (P) ⁽¹⁾	Oui	Oui
Calcul du point de rosée (T_d) ⁽¹⁾	Oui	Oui
États de surface - Température de congélation (saumure résiduelle)	Oui	Non
Température de la surface de la chaussée (T_s) ⁽¹⁾	Oui	Oui
Concentration de la saumure résiduelle	Oui	Non
Propagation du front de gel dans le corps de chaussée ⁽¹⁾	Oui	Non
Positionnement géographique des données	S. O.	Oui
Affichage des données - Temps réel	S. O.	Oui
Récupération des données pour analyse	S. O.	Oui

(1) Station allégée

Pour appuyer la mise en œuvre de ce déploiement, un réseau de formateurs en viabilité hivernale a été créé dans les directions territoriales du Ministère. De plus, en collaboration avec l'Association québécoise du transport et des routes (AQTR), le Ministère a concrétisé une démarche de formation en viabilité hivernale comprenant un volet spécifique pour la météorologie. Ces sessions de formation technique sont accessibles à tous ceux qui travaillent dans le domaine de l'entretien d'hiver au Québec.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien d'hiver

L'immensité du territoire et la diversité de l'économie québécoise font que le réseau routier du Québec est à la fois élaboré et sollicité. Le caractère ouvert de l'économie, l'importance des exportations vers le marché nord-américain et l'apport des régions périphériques en ressources naturelles et en produits manufacturés sont des facteurs qui expliquent le rôle vital du réseau routier pour le développement économique du Québec.

Tableau 12 - Économie du Québec – Quelques données

Produit intérieur brut (2006)	235 G\$
Principal partenaire commercial	États-Unis
Proportion des exportations internationales dirigées vers les États-Unis	90 % (56 G\$)

Pour en assurer la viabilité durant la saison d'hiver 2008-2009, le ministère des Transports a consacré plus de 248 M\$ (\$ CA) à des interventions directes sur le réseau routier dont il a la charge. Conscient des enjeux économiques et sociaux liés au déneigement du réseau et du défi que représente sa gestion dans un contexte de rareté des ressources, le Ministère s'est engagé :

- avec l'industrie du déneigement dans un exercice de repositionnement et de définition d'un meilleur équilibre à l'égard du risque qui y est associé. Ce nouveau partage se traduit notamment par une réduction des durées contractuelles et par le recours à des modes de gestion différents pendant les périodes de transition entre les saisons;
- dans une mesure de la conformité des services fournis par les entrepreneurs à l'égard des exigences et des spécifications mentionnées dans les documents contractuels. Ainsi, chaque circuit d'entretien hivernal entretenu par les entrepreneurs privés sous contrat avec le Ministère (68 % du réseau) est évalué selon une grille contenant des critères de qualité de service relatifs à la qualité du service rendu en déneigement et déglacage, à la qualité des communications et des collaborations ainsi qu'au respect des échéances spécifiées au contrat. Cette mesure fait l'objet d'une cible (100 % des entrepreneurs en entretien d'hiver répondant bien annuellement aux exigences prescrites) au Plan stratégique 2008-2012 du Ministère. Par cette approche et celles associées à la surveillance et au monitoring de son réseau, le Ministère veille à ce que, sur le terrain, la qualité de l'entretien du réseau routier supérieur continue d'être conforme à des exigences de qualité très élevées afin d'assurer des déplacements sécuritaires et fonctionnels. Ainsi, depuis 2005, le Ministère intègre cet indicateur à son rapport annuel de gestion, rapport qui est déposé en conformité avec les dispositions de la Loi sur l'administration publique, au président de l'Assemblée nationale du Québec.

CANADA-QUÉBEC

Tableau 13 – Indicateur – Résultats atteints

Résultat	Taux de respect des exigences pour l'entretien hivernal des routes
2005-2006	90 %
2006-2007	93 %
2007-2008	91 %

Note : Selon la grille conçue pour interpréter les résultats, un taux se situant entre 90 % et 95 % démontre que l'entrepreneur a très bien répondu aux exigences.

Le ministère des Transports du Québec entend également réviser sa politique pour se doter d'un cadre ministériel de gestion en viabilité hivernale fixant les grands objectifs à atteindre en matière de gestion de réseau en période hivernale. Il doit également intégrer des enjeux en matière de protection de l'environnement. Par cette approche, le Ministère entend légitimer et consolider les efforts investis et les moyens mis en place pour favoriser une gestion efficace des fondants et, éventuellement, arrêter ses orientations en matière d'évolution des façons de faire.

3.4 Sécurité routière et information aux usagers

Depuis de nombreuses années déjà, le ministère des Transports mène des campagnes d'information et de publicité sur la sécurité routière en conditions hivernales. Par une approche informative, cette campagne vise globalement à inciter les usagers du réseau routier à la prudence en les sensibilisant aux risques inhérents à la conduite en saison hivernale, qui nécessite des changements dans les habitudes. Ces campagnes sont aussi l'occasion d'informer la population sur les limites des opérations d'entretien hivernal. Les moyens de communication utilisés vont de la diffusion de messages à la radio aux capsules d'information insérées dans les bulletins de météo et de circulation, en passant par l'affichage sur les panneaux du réseau routier.

En complément de ses activités de communication, le ministère des Transports offre aux citoyens et usagers du réseau routier supérieur la possibilité de s'informer des conditions routières en période hivernale. Pour faciliter l'accès à cette information en tout temps, à la fois sur le Web et par téléphone, le Ministère rend disponible depuis 2008, le [Service Québec 511 Info Transports](#), qui résulte de l'enrichissement et de la modernisation de l'ancien service Inforoutière.

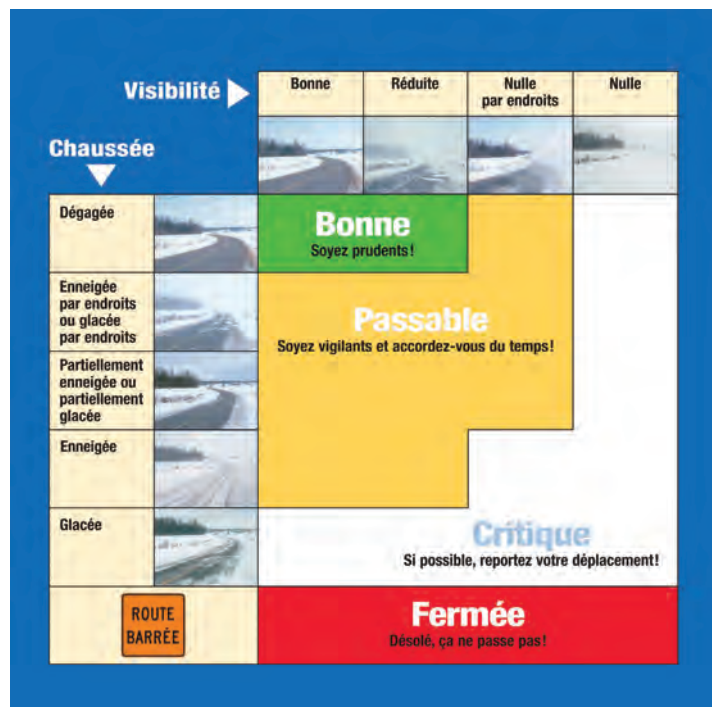


Figure 5 - Terminologie des conditions routières

Il a de plus défini une terminologie spécifique pour informer les usagers des conditions routières.

Les conditions routières sont la résultante des conditions de chaussées et celles de la visibilité. Un code basé sur quatre couleurs (vert, jaune, blanc et rouge) est utilisé pour traduire visuellement les conditions routières que le conducteur doit prendre en considération en prévision de ses déplacements. Des messages clés sont également proposés aux usagers de la route.

Soucieux d'offrir une information de qualité aux utilisateurs du service Conditions routières en période hivernale, le Ministère a mis en place un mécanisme de vérification de l'information qui est livrée à la population de manière à déceler d'éventuelles anomalies dans le système instauré et, en rétroaction, lui permettre d'y apporter les correctifs qui s'imposent.

Responsable de l'exploitation du réseau routier supérieur, le ministère des Transports du Québec doit assumer une part importante des responsabilités liées à l'assistance qui doit être portée aux usagers en difficulté et gérer les risques associés à ces situations d'urgence. Dans cette perspective, le Ministère a publié un guide à l'intention de son personnel qui est appelé à intervenir auprès des usagers de la route en difficulté, dans lequel on trouve divers conseils sur les façons efficaces et sécuritaires d'agir dans de telles circonstances.



CANADA-QUÉBEC

Centre intégré de gestion de la circulation

Les systèmes de transport intelligents (STI) sont ces nouvelles technologies utilisées pour améliorer la gestion et l'exploitation des réseaux de transport ainsi que les services aux usagers de la route. De tels systèmes sont en utilisation au Ministère par l'intermédiaire de centres intégrés de gestion de la circulation (CIGC). Par une meilleure connaissance de l'état et de l'utilisation du réseau, ces centres permettent d'accroître la sécurité des usagers et la fluidité de la circulation notamment en période hivernale où les conditions peuvent être difficiles. Couplés à différents outils de gestion, des caméras et des panneaux à messages variables qui sont utilisés offrent en temps réel une information directe aux usagers sur les problèmes qui se présentent sur le réseau en période hivernale.

De plus, sur des réseaux présentant des difficultés spécifiques (p. ex. : circulation dense et rapide, couloir de vent important), une approche préventive simple à l'endroit de l'utilisateur est possible avec l'utilisation de patrouilles de retenue ou la mise en place de dispositifs interdisant l'accès à des portions du réseau que l'on juge à risque.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

Les technologies nous offrent aujourd'hui une gamme étendue de moyens permettant d'obtenir en temps réel une information juste en provenance du réseau routier. Comme bon nombre de gestionnaires de réseau, le Ministère examine les possibilités offertes par cette nouvelle voie en mettant sur pied des projets de nature technologique, dont voici quelques exemples :

- le déploiement et l'utilisation d'équipements embarqués pour les véhicules servant notamment aux opérations de déneigement et à la surveillance du réseau. Ceux-ci ont pour fonction d'enregistrer l'ensemble de l'information, routière ou opérationnelle (taux de pose, etc.), et de la transmettre en temps réel ou différé à un centre intégré de gestion du réseau (Communication véhiculaire de données [CVD]);
- l'exploitation d'une station météorologique expérimentale fixe à architecture ouverte permettant de mesurer pleinement le potentiel de différents capteurs ou technologies applicables au domaine qui sont offerts sur le marché;

- la mesure d'adhérence en continu à l'aide d'équipements légers;
- l'expérimentation de différents dispositifs susceptibles d'améliorer la visibilité et l'opération des matériels de déneigement.

4.2 Nouvelles approches en matière de gestion

Le Ministère est engagé dans une réflexion sur les modes de gestion en utilisation. Pour ce faire, il expérimente d'autres approches contractuelles visant un partage de risques différent de ceux généralement identifiés aux travaux de déneigement et de déglacage de son réseau. Ainsi, par l'utilisation de technologies adaptées, le Ministère souhaite mieux contrôler les coûts d'entretien de son réseau et favoriser l'entrée de nouveaux entrepreneurs sur le marché du déneigement. Dans la même optique, il poursuit ses efforts visant à concevoir un outil de mesure souple qui permettrait d'établir une comparaison objective de la rigueur des hivers entre eux et leur incidence sur les efforts d'entretien nécessaires pour maintenir le réseau routier viable et sécuritaire.

4.3 Coopération transcontinentale et internationale

Considérant l'importance accordée par les usagers à l'information sur les conditions routières en période hivernale et fort de l'expertise développée dans le domaine, le ministère des Transports du Québec, en concertation avec l'Association des transports du Canada (ATC), souhaite définir une terminologie commune des conditions routières en période hivernale de façon à offrir à l'échelle canadienne une information uniforme et comparable aux différents utilisateurs du réseau.

Sur un plan plus technique, le Ministère est à définir un projet de collaboration touchant la vulnérabilité de l'environnement aux fondants routiers. Ainsi, le ministère des Transports du Québec souhaite élaborer et mettre à l'essai, en collaboration avec le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, chargé du volet transport, des outils méthodologiques pour l'identification et l'évaluation des zones vulnérables aux sels de voirie.

Pour le ministère des Transports, l'imagination et la recherche sont une réponse dynamique aux défis posés au Québec par l'étendue de son territoire et la rigueur de son climat. C'est en misant notamment sur ces éléments que le Ministère entend améliorer la performance des systèmes de transport.



CANADA-QUÉBEC

5. Références

Gouvernement du Québec

(www.gouv.qc.ca)

Ministère des Transports du Québec

(www.mtq.gouv.qc.ca)

Société de l'assurance automobile du Québec

(www.saaq.qc.ca)

Développement durable, Environnement et Parcs

(www.mddep.gouv.qc.ca)

Association des transports du Canada (ATC)

(www.tac-atc.ca)

Association québécoise du transport
et des routes (AQTR)

(www.aqtr.qc.ca)

Bourque, A., et G. Simonet, « Québec », dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada* édition 2007, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éditeurs), Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2008, p. 171-226.

Recueil d'information de gestion –

Avril 2009 – ministère des Transports du Québec.

Archives nationales d'information et de données
climatologiques – Environnement Canada

(www.ec.gc.ca)





DANEMARK

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

Le Danemark se compose de la péninsule du Jutland et de quelque 406 îles, dont environ 78 sont habitées (2005).



Parmi celles-ci, les plus vastes et les plus densément peuplées sont le Sjaelland, où se trouvent la capitale Copenhague, la Fionie et l'île du Jutland septentrional.

Le Danemark compte environ 5,4 millions d'habitants, soit environ 1,4 % de la population totale de l'Europe. Outre le Danemark lui-même, le Royaume inclut également les Îles Féroé et le

Groenland. Le point culminant du pays est situé à 171 m au-dessus du niveau de la mer. Aucun habitant du Danemark n'est à plus de 50 km de la mer. Le climat est de type côtier tempéré, janvier et février étant les mois les plus froids avec une température moyenne de 0 °C, et août le mois le plus chaud, avec une température moyenne de 15,7 °C. D'un point de vue administratif, le pays est divisé en 98 municipalités.

Le Danemark est bien doté en systèmes de circulation. Le réseau routier est bon en tous points du pays; les liaisons ferroviaires et aériennes fournissent des transports rapides, et les îles sont raccordées par des transbordeurs et un nombre important de ponts. Kastrup, près de Copenhague, est le plus grand aéroport international du pays, il constitue en même temps un carrefour pour le trafic aérien en provenance et à destination des autres pays scandinaves.

1.2 Réseau routier et circulation

C'est vers la fin du 19^e siècle que le réseau principal des voies publiques a été créé et pavé. Avec les routes secondaires, le réseau routier danois possédait une densité élevée par rapport au reste de l'Europe d'alors.

C'est en particulier au cours des années 1960 et 1970 que le renforcement du réseau s'est poursuivi. Il a été drainé et asphalté, complété d'autoroutes et de nouvelles routes principales, ainsi que de nombreuses routes locales afin de suivre le rythme de la demande qui se manifestait dans les zones urbaines en expansion.



En 2008, le Danemark possède environ 73 200 km de routes, dont 1062 sont des autoroutes. Avec 1,65 km de voies publiques par km², le Danemark possède une densité routière parmi les plus élevées au monde, avec en général un excédent de capacité.

Le réseau routier comporte des routes à grande circulation (routes nationales principales), et des routes appartenant aux autorités locales, selon les modalités énoncées dans la Loi sur les routes.



DANEMARK

Les routes locales sont administrées par les conseils municipaux. Elles totalisent environ 69 300 km, soit 95 % du réseau de routes publiques. Les routes nationales, administrées par l'Administration des routes danoises (ARD), totalisent environ 3 800 km, soit le 5 % restant. Toutefois, c'est sur ce 5 % du réseau routier que s'accumulent 45 % des kilomètres parcourus par les véhicules. En d'autres mots, 45 % de la circulation au Danemark se fait sur 5 % (3 800 km) du réseau routier.

Le pont Grand Belt Bridge, le pont de l'Øresund et l'autoroute de l'Øresund sont gérés par la Sound and Belt Holding A/S, un total de 41 km.

En matière de circulation, chaque route est classée individuellement d'après sa fonction.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Le climat danois est déterminé par la position du pays qui est situé en bordure du continent européen, à proximité de vastes zones maritimes, et dans un secteur où dominent les vents d'ouest. Cette position lui confère des étés frais avec une température moyenne d'environ 16 °C, et des hivers qui ne sont pas particulièrement froids, avec des températures moyennes d'environ 0,5 °C. Cela place le Danemark dans la zone des climats tempérés.

Le vent est très présent, sa force est maximale en hiver et minimale en été. Les précipitations tombent d'un bout de l'année à l'autre, septembre, octobre et novembre étant les mois où les pluies sont les plus fortes. C'est en février et en avril qu'elles sont les plus faibles. La répartition régulière des précipitations tout au long de l'année est due à la position du Danemark, dans une ceinture où les vents d'ouest sont dominants et où le vent est principalement orienté vers l'ouest et le sud-ouest.

Des séries de systèmes à basse pression (cyclones) qui se forment souvent au-dessus de Terre-Neuve et se déplacent vers le nord-ouest sont à l'origine du temps changeant : en l'espace de quelques jours, le temps passe de précipitations soutenues, précédant un front tiède, à un temps ensoleillé ou légèrement brumeux, éventuellement avec une bruine légère portée par la masse d'air chaud qui suit. Enfin, le passage du front froid occasionne des précipitations qui revêtent la forme de fortes averses suivies par un temps dégagé et légèrement nuageux.

Le Danemark est l'un des pays les plus exposés aux phénomènes de « chaussées glissantes » du fait que la température descend très souvent au-dessous de zéro en hiver. Jusqu'à présent, le salage préventif a été la solution pour pallier ce problème, ce qui veut dire qu'on répand du sel sur les routes avant qu'elles ne deviennent glissantes. Ce genre d'intervention est rendu possible par le système d'information météorologique (SMR), une technologie utilisée par l'administration centrale et les municipalités pour déterminer quand il y a lieu d'appliquer la mesure préventive.

La température hivernale moyenne est normalement de 1,5 à 2,5 °C. Le nombre de jours où la température reste inférieure à 0 °C est d'environ 5 par an. La couche de neige varie de 10 à 40 cm au cours de l'hiver et dans tout le pays, il ne produit pas plus de 5 à 10 chutes de neige par hiver.

2.2 Indice hivernal

L'Administration des routes danoises (ARD) utilise un indice hivernal défini pour déterminer la rigueur d'un hiver en liaison avec l'entretien hivernal.

Formule de l'indice d'hiver :

$$V_i = \sum_{\text{1 octobre}}^{\text{1 mai}} V_{\text{dag}}$$

$$V_{\text{jour}} = a \cdot (b + c + d + e) + a$$

a = nombre de jours où la température de la route est inférieure à +0,5 °C.

b = nombre de fois où la température passe sous 0 °C alors que la température de la route est sous le point de rosée pendant une période de 3 heures et un intervalle d'au moins 12 heures.

c = nombre de fois où la température de la route passe sous 0 °C ou se situe entre 0,5 °C et -0,5 °C.

d = jours avec chutes de neige > 1 cm.

e = jours avec rafales de neige.



DANEMARK

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Conformément à la *Loi sur la gestion hivernale et le dégagement des routes*, les autorités danoises responsables des routes sont tenues de prendre des mesures de déneigement et de protection contre les chaussées glissantes en ce qui concerne les routes et voies publiques.

Pour les voies piétonnières, cette obligation peut être imposée aux riverains.

Les autorités routières déterminent l'étendue et l'ordre d'exécution du déneigement et de lutte contre les chaussées glissantes. Le personnel de voirie se conforme à des directives qui traduisent les consignes de la police.

Niveaux de service fixés pour les routes :

Catégorie	Type de route
Routes nationales	• Autoroutes
Routes prioritaires	• Routes régionales
	• Autoroutes européennes
	• Autres routes prioritaires
Autres routes nationales	Autres routes régionales

En outre,

Catégorie	Niveaux de service
Routes nationales Routes prioritaires	Devront être praticables 24h/24, sans gêne sérieuse Conditions de chaussées désirées : • sèche • mouillée
Autres routes nationales	Devront être praticables 24h/24 sans gêne sérieuse Conditions de chaussées désirées : • sèche • mouillée

Durée désirée de l'état de chaussées :

Catégorie	Durée désirée de l'état de chaussées inférieure aux niveaux de service
Routes nationales	Route glissante sans neige • Givre 0 heure • Glace 0 heure Après une chute de neige • Neige mouillée 2 heures • Neige légère 2 heures • Neige compactée 0 heure À la suite de rafales de neige • Congères 2 heures • Route bloquée 0 heure
Autres routes	Route glissante sans neige • Givre 2 heures • Glace 2 heures Après une chute de neige • Neige mouillée 4 heures • Neige légère 4 heures • Neige compactée 2 heures À la suite de rafales de neige • Congères 4 heures Route bloquée 0 heure

Niveaux de service fixés pour les voies et chaussées :

Catégorie	Type de route
Voies et chaussées prioritaires	• Routes scolaires • Routes situées dans les zones habitées
Autres voies et chaussées	• Autres voies et chaussées, sauf voies réservées aux loisirs



DANEMARK

En outre,

Catégorie	Niveaux de service
Voies et chaussées prioritaires	Devront être praticables 24h/24 sans gêne sérieuse. Conditions de chaussées désirées : • sèche • mouillée
Autres voies et chaussées	Devront être praticables sans gêne sérieuse en fonction de l'utilisation de la voie. Conditions de chaussées désirées : • sèche • mouillée • neige compactée avec gravier

Durée désirée de l'état de chaussées :

Catégorie	Durée désirée de l'état de chaussées inférieure au niveau de service
Voies et chaussées prioritaires	Voies et chaussées glissantes, chaussée sans neige : • Givre 0 heure • Glace 0 heure Après une chute de neige • Neige mouillée 4 heures • Neige légère 4 heures • Neige compactée 0 heure Après des rafales de neige • Congères 2 heures • Route bloquée 0 heure
Autres voies et chaussées	Voies et chaussées glissantes, chaussée sans neige : • Givre 4 heures • Glace 4 heures Après une chute de neige • Neige mouillée 6 heures • Neige légère 6 heures • Neige compactée 6 heures Après des rafales de neige • Congères 6 heures • Route bloquée la nuit

Valeurs seuils

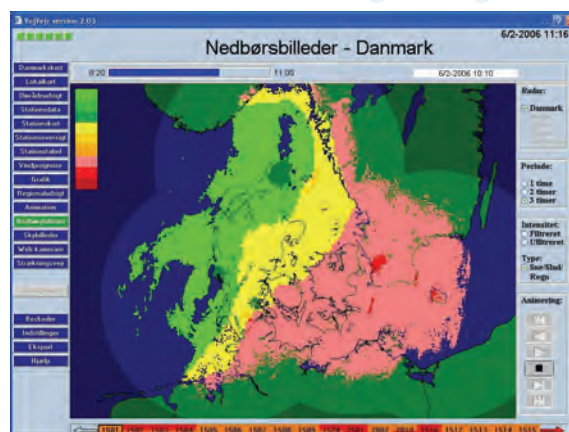
	Lancement d'intervention [minutes]	Durée de déviation [minutes]
Salage des chaussées	45	Max. 180
Déneigement des chaussées	60	Max. 120
Voies, chaussées et autres zones (salage et déneigement)	60	Max. 180

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Jusqu'au 1^{er} janvier 2007, les comtés géraient la planification et l'exécution de l'entretien hivernal des routes nationales. Toutefois, en vertu de l'adoption d'une réforme organisationnelle, l'ARD a pris en charge la planification de l'entretien hivernal de ses propres routes. Le pays est divisé en 6 régions (centres d'entretien hivernal).

Chaque hiver, cette tâche centralisée concerne environ 1 000 km de routes. Tous les travaux appropriés (épandage ou autres) sont assurés conformément à la directive de l'UE sur les services, et gérés par des entreprises de transport privées travaillant sous contrat.

Surveillance des conditions de chaussées



Prévision de la glissance

La prévision de la glissance n'est pas aisée quand la température change très rapidement. C'est pourquoi les responsables de l'entretien hivernal collaborent avec plusieurs services et utilisent des systèmes évolués pour soutenir la surveillance.

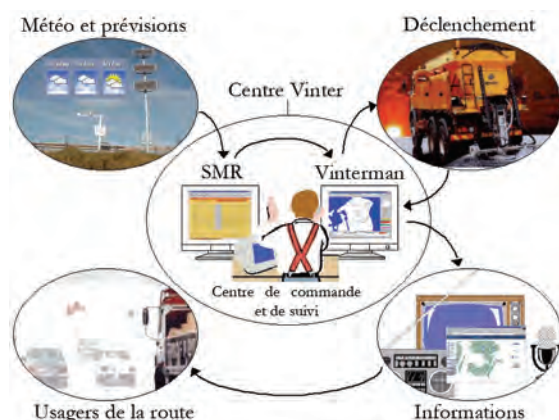
DANEMARK

En premier lieu, les responsables de l'entretien hivernal collaborent avec l'Institut météorologique danois (IMD) et utilise ses prévisions de météo et routière, de même que les images radars et satellites. De plus, les ingénieurs de l'entretien hivernal utilisent le système d'information météoroutière (SMR) qui constitue un ensemble élaboré de dispositifs de surveillance et de prévision pouvant les aider dans la prise de décision de mesures de salage préventif. De plus, on utilise encore les renseignements provenant des systèmes de surveillance, de caméras vidéo, des commentaires de policiers et de citoyens sur les conditions de température et celle des chaussées, afin d'avoir une vision globale de la situation.

Les surveillants sont habitués aux situations qui les font intervenir sur la route par temps neigeux pour vérifier le besoin d'un effort additionnel, en relation avec le déroulement des opérations.

3.2.1 Diffusion des informations

Le graphique suivant illustre une vue d'ensemble du système danois de coordination de l'entretien hivernal.



L'Administration des routes danoises (ARD) et l'Institut météorologique danois (IMD) sont liés par un accord depuis 1983. Leur relation, conçue avant tout pour permettre l'échange de renseignements par l'intermédiaire du Système d'information météoroutière, concerne principalement les prévisions météorologiques appliquées aux routes, et a pour objectif de conserver sur les routes des possibilités de circulation et un niveau de sécurité de circulation suffisants en hiver.

Chacun des participants au système d'information météoroutière est lié par des accords écrits.

Ce système est installé sur une série d'ordinateurs dans les 6 centres d'entretien hivernal. Ces centres reçoivent et fournissent des données provenant des stations d'enregistrement et de l'IMD (Institut météorologique danois).

Ces renseignements sont communiqués par le Centre d'information sur la circulation de l'ARD. Il s'agit d'une station centrale ouverte 24 heures par jour au sein de l'ARD qui est en contact permanent avec les autorités routières, l'IMD, la police, les services d'urgence, etc.

Ces renseignements sont également diffusés par radio, télécopieur, etc., ainsi que par liaison téléphonique directe lorsque des automobilistes appellent.

Le système d'information météoroutière met en lumière les situations pouvant conduire à la formation de glace ou de verglas, ce qui permet de procéder à un salage préventif avant l'apparition de verglas. Les stations sont situées principalement aux points les plus froids des réseaux routiers. L'existence du système a réduit l'importance des postes de contrôle et des patrouilles; cependant, des patrouilles sont toujours effectuées en cas de nécessité (chutes de neige, etc.).



Le système d'information météoroutière repose sur un réseau d'environ 340 stations d'enregistrement implantées le long de 4 000 km d'autoroutes et de routes régionales danoises, et d'une petite partie des 69 000 km de routes locales.

Données

Les données utilisées par les coordonnateurs de l'entretien hivernal pour décider de lancer une intervention de déglacage ou de déneigement sont les suivantes :

Données en ligne provenant des stations SMR dans tout le pays;

- Les prévisions de chacune des stations pour les prochaines heures;
- La mesure du sel résiduel;
- La météo régionale;
- Les images radars;
- Les patrouilles du réseau;
- Les renseignements des automobilistes et des policiers;
- L'expérience des conditions locales et des endroits vulnérables.

DANEMARK

On dénombre 6 centres d'entretien hivernal dans l'ensemble du pays. Dans chacun des centres, des coordonnateurs surveillent la situation.

En hiver, le centre d'informations routières diffuse des alertes de routes glissantes et cela fait partie du système de surveillance.

3.2.2 Méthodes

L'entretien hivernal est habituellement assuré du 1^{er} octobre au 30 avril dans l'ensemble du Danemark. Avant cette période, matériels et équipement sont vérifiés et réparés, et le personnel est formé dans le cadre de programmes d'ensemble.

L'activation précise du dispositif dépend des prévisions météorologiques.

Le programme et le calendrier de la mise en place des procédures technologiques et des expérimentations sont normalement établis avant l'hiver. Le plan contient toutes les instructions destinées au personnel, dont il définit les attributions. Il inclut également des directives relatives aux mesures à prendre en fonction d'une situation météorologique donnée.

L'entretien préventif des pare-neige n'est pas très important au Danemark, principalement en raison du faible nombre de jours d'enneigement (5 à 10 jours par an), et aussi parce que le coût des pare-neiges est bien supérieur aux avantages que ces dispositifs apportent aux utilisateurs.

L'optimisation des itinéraires est faite par chaque centre en fonction des besoins locaux, tant pour les routes principales que les routes secondaires.

L'entretien hivernal repose sur les prévisions météorologiques, si la chute de neige survient ou si la neige est déjà tombée. Les ingénieurs responsables doivent décider avec soin s'il convient de déneiger, et dans quelle mesure.

Le déneigement des chaussées devrait commencer lorsque la neige atteint une épaisseur de 3 à 5 cm, et s'il est probable que la chute de neige se poursuive. Normalement, le salage complète le déneigement. Cependant, ces procédures diffèrent selon que l'on se trouve en zone urbaine, ou en zone rurale.

Normalement, le déneigement des chemins s'effectue en même temps que celui des chaussées, mais l'expérience enseigne que les chemins devront être dégagés après la route adjacente, faute de quoi la neige retombera sur la route.

3.2.3 Équipement

Il y a 6 centres d'entretien hivernal au Danemark. Chaque centre opérationnel est doté du système danois d'information météorologique, et tous les centres fonctionnent au moyen du système de gestion hivernale VINTERMAN.

L'ARD possède environ 175 épanduses, 50 tracteurs d'épanduses et 450 chasse-neige pour effectuer le déneigement et le déglacage des routes. Les épanduses fonctionnent surtout avec le sel humidifié, mais on dispose aussi de quelques épanduses de saumure et des deux produits.

L'évolution technique se poursuit au Danemark dans le sens de l'utilisation de la saumure. Il faut en général 3 heures pour couvrir un itinéraire de salage, du moment où la tâche est lancée au moment où elle s'achève, et l'itinéraire couvre quelque 400 000 m².



Chaque épanduse, y compris les épanduses en réserve, traite de petites sections de routes de 40 km. Il existe en outre un dépôt de sel tous les 400 km. Tous les véhicules neufs sont dotés d'un équipement GPS fixe. Le salage et le déneigement sont effectués par le conducteur du camion.

Des équipements tels que les installations d'aspersion de fondants, les dispositifs de chauffage des chaussées et les chaussées retardatrices de gel ont été utilisés auparavant mais ne le sont plus, en raison des résultats obtenus et de l'aspect économique de leur utilisation.

3.2.4 Main d'œuvre, formation et privatisation

Chaque année, les ingénieurs et les responsables de réseaux suivent des séminaires destinés à les informer de l'état le plus récent des connaissances et de l'évolution en matière d'entretien hivernal.



DANEMARK

Formation et enseignement

L'évolution technique de l'entretien hivernal exige qu'un enseignement et une formation communs à tous les services soient dispensés au personnel. L'entretien hivernal est assuré par un personnel de gestion et un personnel administratif, dont la formation est assurée pour tous les services par la région routière. Les cours portent sur la pratique de l'entretien hivernal et sur une étude approfondie des systèmes d'alerte pour chaussées glissantes.

Pour les conducteurs qui interviennent dans le cadre de l'entretien hivernal, l'ARD a créé 6 modules de cours au niveau national, y compris une formation poussée à l'épandage, à l'utilisation des chasse-neige, etc. On s'attend à ce que la participation à ces cours figure dans les futurs appels d'offres à titre de condition impérative.

Privatisation

On fait habituellement appel à des entreprises privées pour la conduite des véhicules de salage et de déneigement. Le gouvernement fournit les épandeurs et les entreprises privées fournissent les véhicules.

3.2.5 Organisation opérationnelle de l'entretien hivernal

Au cours d'un hiver danois typique, on déclenche approximativement 100 salages pour risques de verglas, sur environ 4 000 km de routes nationales et régionales. Par ailleurs, les chutes de neige n'occasionnent que 5 à 10 salages par an. Au Danemark, des mesures préventives sont prises pour saler les routes avant que celles-ci ne deviennent glissantes. La décision de déclencher une intervention est prise au centre d'entretien hivernal et l'entrepreneur local réalise les travaux. Deux systèmes informatiques ont été conçus pour assister ces travaux au central d'hiver – le système d'information météorologique et VINTERMAN.

La décision de lancer ou non un salage est une décision cruciale. Si de nombreuses opérations sont lancées au cours d'un hiver sans que le verglas n'apparaisse, cela est très coûteux en argent et en moyens.

Si, par ailleurs, les travaux sont lancés trop tard, voire pas du tout, cela peut entraîner des accidents provoqués par des routes glissantes et, dans le pire des cas, un blocage total de la circulation. Ces situations reviennent également très cher à la collectivité. Cela signifie que chaque centre d'entretien s'efforce d'optimiser la décision qu'elle prend dans chaque cas pour garantir la stabilité de l'écoulement de la circulation, tout en minimisant les ressources utilisées. Afin de parvenir à cette optimisation, le SMR joue un rôle important. Si l'on peut prévoir le moment et le type de chaque situation où la route devient glissante, on peut alors réagir de manière appropriée. Cela ne comporte pas uniquement la détermination du moment

optimal du lancement de l'opération, mais également l'utilisation de la méthode et du matériel qui conviennent. C'est dans ce but que le système VINTERMAN a été conçu.

Ce système permet de mettre au point des plans d'action préétablis dans le cadre desquels on décide de la longueur des itinéraires, des méthodes et des volumes de sel. On peut en outre faire un choix entre le sel sec, le sel humidifié et la saumure, en fonction de la situation météo.

La plupart des épandeurs de sel sont à présent équipés d'un système de collecte de données par GPS. Les informations relatives à la vitesse, le dosage, l'épandage, etc. sont enregistrées. Ainsi, le système VINTERMAN est capable de fournir des statistiques sur le nombre d'opérations, la consommation de sel, la durée et le moment des appels d'interventions, ainsi que sur le coût du sel et les sommes versées aux entrepreneurs exécutants. Cela fournit l'occasion de surveiller et de contrôler la qualité des travaux et, éventuellement, de réorganiser le plan d'action, si besoin est.

Pour augmenter l'effet et l'optimisation des mesures exécutées, l'Administration des routes danoises (ARD) expérimente diverses méthodes et matériels d'épandage du sel. Par exemple, les recherches les plus récentes mettent en évidence le potentiel important de réduction de l'utilisation du sel qu'offre le recours à la saumure à la place du sel humidifié en cas de verglas sur la chaussée.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

3.3.1 Évaluation interne

Système d'hiver

Au Danemark, l'entretien hivernal s'applique principalement par l'intermédiaire de systèmes EDB et concerne habituellement deux secteurs principaux :

- L'alerte pour chaussées verglacées. C'est notamment lorsqu'il est nécessaire de décider d'intervenir à titre préventif que les informations du SMR, des images radars et les autres renseignements météorologiques sont précieuses;
- Gestion hivernale. Le système de gestion hivernale peut servir comme système d'assistance relié à la mise en œuvre de la protection des routes verglacées. Il est donc nécessaire qu'il garantisse l'enregistrement des activités, selon les besoins.

Les systèmes peuvent être intégrés à un important système source. Cependant, les interfaces entre ces deux domaines sont si bien définies qu'on a intérêt à utiliser des systèmes moins importants que des systèmes séparés.

DANEMARK

L'organisation de l'entretien hivernal diffère souvent d'un centre à l'autre. Quoi qu'il en soit, un système de gestion hivernale est toujours indispensable. Pour l'exécution des tâches d'hiver, l'organisation comporte les structures suivantes :

- A. Applications primaires alimentées par le personnel de l'organisation. Dans ce cas, un système de gestion d'hiver offrira le choix de documenter les interventions et d'estimer les moyens alloués au personnel.
- B. Stations de surveillance pour soutenir la prise de décision et superviser les travaux effectués sur la route par les entrepreneurs. Dans cette situation, le système enregistre les données pour payer correctement les entrepreneurs.
- C. Toutes les tâches font l'objet d'appels d'offre, ce qui veut dire qu'il faut décider des modalités d'intervention de même que de l'intervention proprement dite. Dans ce cas, il sera avantageux de créer un système commun dont les fonctionnalités seront accessibles à l'entrepreneur autant qu'aux autorités routières. Généralement, l'entrepreneur a besoin de répondre au modèle B, car l'entrepreneur général recourt fréquemment à la sous-traitance.

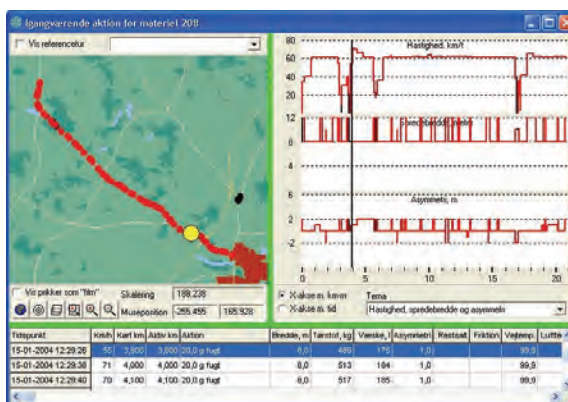
Le système d'entretien hivernal doit traiter les tâches ci-après :

- Structurer et organiser tous les renseignements administratifs de base qui concernent l'entretien hivernal;
- Assister le lancement des interventions, et garantir l'enregistrement des données requises au sujet de l'intervention;
- Apporter ultérieurement des alternatives pour documenter l'exécution de l'intervention;
- Introduire dans le système des éléments statistiques relatifs aux tâches exécutées, à la consommation de sel et aux frais:

- Préparer le rapport relatif à l'état actuel des routes, pour transmettre les informations aux centres de renseignements sur la circulation et avec les divers médias.

3.3.2 Évaluation externe

Toutes les épanduses en action sur les routes qui relèvent de l'Administration des routes danoises (ARD) sont équipées d'un dispositif de données destiné à la collecte de données; le système VINTERMAN permet de visualiser les données des interventions de chacune des épanduses. Il s'ensuit que ces données peuvent servir à l'inspection de l'intervention. Par ailleurs, chaque conducteur remplit un formulaire de contrôle qui documente toute intervention.



L'ARD réalise chaque année une enquête auprès des usagers de la route, dont l'avis joue un rôle important au stade de l'évaluation, afin d'améliorer la stratégie de l'organisme en vue de satisfaire les usagers.

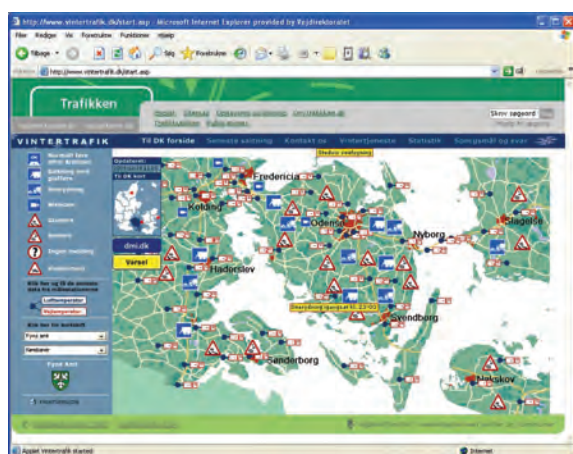
3.4 Sécurité et informations routières

Ces renseignements sont communiqués par le centre d'information sur la circulation de l'ARD, qui est une station centrale ouverte 24 heures sur 24 et en contact permanent avec toutes les autorités routières, l'Institut météorologique danois (IMD), la police, les services d'urgence, etc.



DANEMARK

Ces renseignements sont diffusés par radio, télex, etc., et par contact téléphonique direct lorsque les automobilistes appellent, ou encore sur le site Internet www.vintertrafik.dk.



Échanges internationaux de renseignements sur les routes

Le centre d'informations sur la circulation de l'ADR envoie ses données sur la circulation à l'ancien système ERIC3000, qui les redistribue à plusieurs autres pays européens et ce, avec des renseignements similaires d'autres pays. Soutenu par le projet EASSYWAY VIKING de l'UE, cet échange d'information transfrontalier est en voie d'être opérationnel avec la Suède et on se prépare à le faire avec l'Allemagne.

4. Recherches en cours destinées à améliorer la gestion hivernale

La technologie de l'entretien hivernal s'améliore rapidement, et les lignes et systèmes de communication à grande vitesse permettent le transfert de quantités énormes de données. Avec le temps, ce processus devient également moins coûteux. Désormais, il est possible de visualiser des informations très particulières, par exemple sur la température, les activités d'entretien hivernal, l'état des routes et la consommation de sel, mais il reste beaucoup d'améliorations à réaliser. VINTERMAN permet de surveiller tous les véhicules d'entretien hivernal dotés du GPS et de recueillir des données.

Nous poursuivons également un projet de « Modulation du processus de décomposition du sel sur la route », dont l'objectif principal consiste à découvrir des modèles permettant aux autorités routières de surveiller les quantités résiduelles de sel présentes à l'issue d'un laps de temps donné, compte tenu de l'intensité de la circulation, des précipitations, etc. On vise en outre à préparer des prévisions portant sur le sel résiduel selon les divers types de routes, qui offriront un outil supplémentaire précieux aux décideurs des centres d'entretien.

Nos projets en cours comportent également des recherches sur « Les prévisions thermographiques appliquées à la surface des routes », avec pour objectif l'étude des pronostics et des prévisions par zones, car le climat influe sur les sections de routes, et nous attendons de l'analyse qu'elle nous fournisse une idée de la prédiction des comportements de la nature et des modifications des conditions climatiques.

Pour être en mesure d'améliorer nos performances, nous avons décidé d'améliorer notre système de gestion hivernale grâce au « Système à réponse vocale VINTERMAN ».

Essai d'épanduses au Centre de recherche de Bygholm

Ce projet cherchait à établir une méthode d'essai des épanduses. Cela permettrait d'établir de nouvelles spécifications et ainsi d'améliorer l'évolution de la qualité de l'entretien hivernal. Ce projet a été réalisé en coopération étroite avec les fournisseurs d'épanduses Nido, Kupper Weisser, Falköping et Epoke.

Les résultats des essais sont très prometteurs, mais il faut apporter un ajustement. Les résultats des essais ont montré que les épanduses ne pouvaient pas satisfaire les exigences et qu'on ne pouvait pas relever de différence significative entre les épanduses, en relation avec le patron de dispersion du sel.

En 2009, le travail se poursuit pour ajuster la méthode et faire une seconde série d'essais d'épanduses. On s'attend à des besoins réels en matière d'épandage de sel à la fin de 2009.

Surveillance et contrôle des épanduses

Aujourd'hui, les modifications de la géométrie de la chaussée exigent beaucoup d'attention du conducteur de l'épanduse de sel, ce qui constitue un problème. Ce problème provient souvent du fait que le conducteur doit également être attentif à la circulation et au profil de la chaussée.



DANEMARK

Ce projet a pour objectif de garantir une surveillance et une commande plus précise de l'épandeuse de sel en action, afin de réduire la consommation de sel et, par là, les effets sur l'environnement. La surveillance et le contrôle couvrent la largeur d'épandage et le dosage. La largeur d'épandage sera réglée par la connaissance de la géométrie de la chaussée, tandis que le dosage dépendra de prévisions adaptées à la section de route.

5. Références

www.vd.dk

www.vintertrafik.dk

Rapport du pays COST 344

« L'ENTRETIEN HIVERNAL AU DANEMARK »

ERIC2000 :

www.mycontentcompany.com/eric/index.php

VIKING :

www.viking.ten-t.com/VikingExtern/Index.htm





ESPAGNE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

L'Espagne est un pays de l'Europe méridionale qui est situé dans la péninsule ibérique, avec une grande extension territoriale de 505 954 km², délimitée au nord par le golfe de Gascogne et les Pyrénées, qui forment la frontière franco-espagnole, à l'est par la mer Méditerranée et à l'ouest par le Portugal et l'océan Atlantique. Le détroit de Gibraltar se trouve à l'extrême sud du pays et constitue le point le plus proche du continent africain (14 km). La population a atteint 45,3 millions d'habitants en 2008, ce qui représente une densité de 89 habitants / km².



Réseau routier espagnol (routes principales)

Le relief espagnol péninsulaire s'articule autour d'un grand massif central, la Meseta (plateau) castillane, qui occupe pratiquement 50 % du pays, avec une élévation assez importante qui fait de l'Espagne le second pays d'Europe à avoir la plus haute altitude moyenne (660 m), avec une importante différence entre l'Est et l'Ouest. Bordée par trois mers, la péninsule déverse ses eaux de manière inégale dans chacune d'elles, étant donné les conditions climatiques et surtout les conditions orographiques qui conditionnent la distribution et l'importance du réseau hydrographique, l'océan Atlantique

recevant les plus grands apports. La Meseta est divisée en deux secteurs par une chaîne centrale formée d'une série de massifs montagneux, sauf sur sa partie ouest, où elle descend doucement jusqu'au Portugal.

Le pays jouit d'une monarchie parlementaire constituée de dix-sept communautés autonomes ou régions :

Cette organisation est similaire à celle d'États fédéraux.

Andalousie	8,1
Aragon	1,3
Asturies	1,1
Îles Baléares	1,0
Îles Canaries	2,0
Cantabrie	0,6
Castille-La Mancha	2,0
Castille-Leon	2,5
Catalogne	7,2
Communauté de Valence	4,9
Estrémadure	1,1
Galice	2,8
Madrid	6,2
Murcie	1,4
Navarre	0,6
Pays Basque	2,1
La Rioja	0,3
Ceuta	0,072
Melilla	0,070

En millions d'habitants

Elle laisse une grande autonomie aux communautés avec des pouvoirs législatifs, budgétaires, administratifs et exécutifs, que le gouvernement central garantit au moyen du statut d'autonomie correspondant. D'autre part, les communautés autonomes se divisent en une ou plusieurs provinces, qui forment un total de 52.

Le réseau routier espagnol est organisé en trois administrations différentes : le réseau routier de l'État, qui dépend du ministère des Travaux publics, les réseaux des communautés autonomes et les réseaux des députations (préfectures) et des municipalités.

ESPAGNE

Le réseau routier de l'État comprend les routes nationales qui forment des itinéraires de longue distance et relient les différentes régions. Les réseaux des communautés autonomes ont un caractère régional et ceux des députations et des municipalités un caractère entièrement local.

La longueur des routes des différents réseaux est la suivante :

Autoroutes	13 873 km
Routes nationales	15 407 km
Routes régionales et locales	137 060 km
Total :	166 340 km

Répartition de la circulation en % (Circulation lourde en %)

Réseau national	51,9% (17%)
Réseau régional	41,8% (9,5%)
Routes locales (comtés et municipalités)	6,3% (10,3%)

2. Données climatiques

Comme on peut le constater sur la carte ci-après et en conformité avec le classement des climats de Köppen, on distingue 9 zones climatiques en Espagne.

En général, on peut distinguer deux zones au climat hivernal, le mois le plus froid ayant une température moyenne sous les -3 °C, et le mois le plus chaud, une température moyenne dépassant les 10 °C. Celles-ci correspondent, d'une part, aux zones montagneuses des Pyrénées, avec quelques points dans la Chaîne Ibérique et dans la Chaîne Cantabrique, qui ne jouissent pas vraiment d'une saison sèche. D'autre part, on compte aussi les zones de la Chaîne Prébétique (Sierra Nevada) et quelques petites zones de la Chaîne Centrale, qui connaissent un été sec.

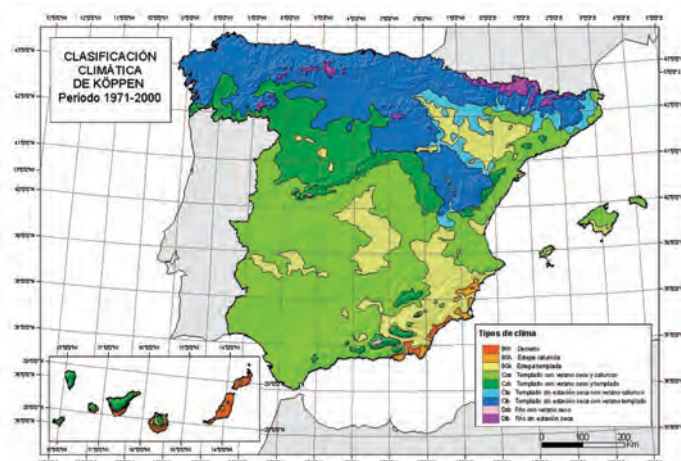
Les zones qui connaissent un climat chaud et pluvieux (la température moyenne du mois le plus froid se situe entre 18 et -3 °C et celle du mois le plus chaud dépasse les 10 °C) se divisent en quatre parties. La zone qui ne connaît pas de saison sèche correspond à la plus grande partie de Galice, des Asturies, de Cantabrie de Rioja, du nord de Castille-Leon, du nord de l'Aragon et de la Catalogne, des zones nord de l'Aragon et la partie inférieure des Pyrénées en Catalogne et la plus grande partie de la Chaîne Ibérique.

La zone sans saison sèche, mais avec un été chaud est limitée par les frontières nord et sud de la dépression de l'Èbre, l'intérieur de Gérone et une zone au sud de la Chaîne Ibérique. La zone jouissant d'un été chaud et sec comprend des parties de la Galice, la plus grande partie de Castille-Leon et la Chaîne Centrale, la bordure sud de la Chaîne Centrale, les reste des zones de la Chaîne Prébétique et quelques régions de la Catalogne, de même que les îles de Palma, Gomera, île de Fer, la plupart des îles de Tenerife et la zone médiane de Grande Canarie. Enfin, la zone qui jouit d'un climat sec et chaud comprend la partie sud-ouest de Castille-Leon, l'Extrémadure, la plus grande partie de l'Andalousie et Castille-La Manche, Levant, la partie côtière et de basses montagnes de la Catalogne, l'île de Minorque et la majeure partie d'Ibiza et de Majorque.

La dépression de l'Èbre, la Manche, la plus grande partie de la péninsule sud-est et les parties sud des îles de Majorque et d'Ibiza ont un climat chaud et sec, l'évaporation étant supérieure aux précipitations et la température moyenne annuelle sous les 18 °C. Des parties de l'Algérie, de la Murcie, l'intérieur de Grande Canarie, Fuerteventura et Lanzarote connaissent un climat chaud et sec avec des températures moyennes annuelles dépassant les 18 °C. Des parties de l'Algérie, de Murcie et la majeure partie de Fuerteventura et Lanzarote ont un climat désertique avec une évaporation supérieure aux précipitations et une saison sèche en hiver.

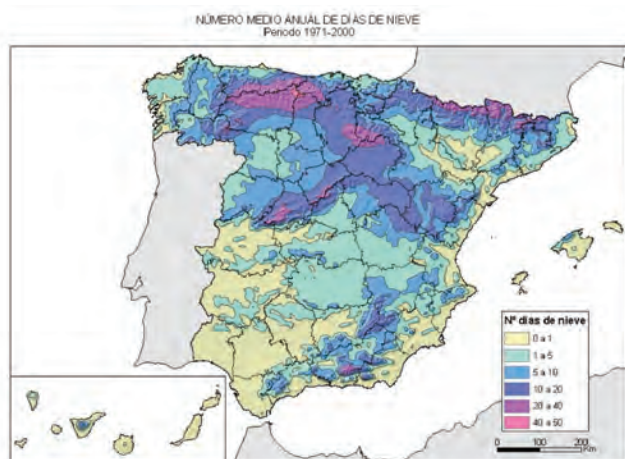
CARACTÉRISTIQUES DE L'HIVER

L'hiver offre à l'Espagne une abondance de jours sous la barre du point de congélation et de jours enneigés. Comme on peut le constater sur la carte ci-après, il existe des régions en Espagne où il neige de 40 à 50 jours par année, selon les moyennes enregistrées au cours de la période de référence de 1971 à 2000. Les zones touchées sont celles des Pyrénées, de la Chaîne Cantabrique, de la Chaîne Centrale, de la Chaîne Ibérique et de la Sierra Nevada. Au pourtour de ces zones, il existe de vastes régions qui reçoivent de 20 à 40 cm de neige par année. À noter que dans ces zones se trouvent les villes et leurs environs de Soria, Burgos et Ávila, de même que quelques autoroutes importantes.





ESPAGNE



Nombre de jours de neige

En ce qui a trait au nombre de jours de température sous le point de congélation, les parties les plus hautes du pays en comptaient entre 150 et 250, au cours de la période de référence de 1971 à 2000. Dans les zones qui comptent de 75 à 150 jours de gel, on peut inclure Soria, Burgos, Ávila, Teruelo, Valladolid et Salamanque. Les régions de Leon, Ségovie, Cuenca et Albecete et quelques autoroutes importantes sont situées dans des zones où l'on enregistre de 50 à 75 jours de gel. Une bonne partie du réseau routier principal comporte des sections dans toutes les régions mentionnées ci-dessus.



Les températures du climat atlantique sont douces à longueur d'année, avec des moyennes de 10 à 20 °C. Les précipitations sont abondantes, sous l'influence des grandes masses d'air humide provenant de l'océan Atlantique. La Galice et la corniche cantabrique appartiennent à cette zone.

Le climat continental produit des hivers longs et froids, des étés doux dans le Nord et chauds dans le Sud; les températures varient entre 25 et -13 °C. Les précipitations sont rares et se produisent au cours des orages d'été. La plaine et la dépression de l'Èbre appartiennent à cette zone climatique.

Le climat méditerranéen produit des températures chaudes en été et douces en hiver. Les précipitations sont irrégulières, principalement dans l'Almérie et la Murcie. La zone méditerranéenne, la zone de l'Andalousie atlantique, les Baléares, Ceuta et Melilla se situent dans cette zone climatique.

Le climat de montagne se traduit par des températures basses et des hivers longs et très froids, de même que des étés courts et chauds. Les précipitations sont abondantes et croissent avec l'altitude. Les Pyrénées, les chaînes Prébétique et Centrale, certaines parties des chaînes Cantabrique et Ibérique, de même que Grazalema font partie de cette zone.

Note : Il se trouve d'autres classes de climat similaires à celles qu'utilisent les Français, mais elles ne font pas partie du classement officiel de l'Atlas climatologique. On peut consulter ces documents distribués par le ministère de l'Éducation, mais ce système ne correspond pas à celui qui est utilisé par l'AEMET. (Bureau national de la météorologie)



ESPAGNE

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

La direction générale des Routes du ministère des Travaux publics assume les fonctions correspondant aux aspects de la gestion technique et de l'exploitation de l'infrastructure routière du réseau routier de l'État. Parmi ses fonctions se trouve la viabilité hivernale des routes qui sont de son ressort, laquelle dépend de la sous-direction générale d'Entretien et d'Exploitation.

Les stratégies pour l'exécution des travaux de viabilité hivernale confiés aux services d'entretien se trouvent consignées dans des documents intitulés « Programmes d'exploitation rédigés pour chacun des secteurs d'entretien ». Ils contiennent la description des situations susceptibles de se présenter et des moyens nécessaires pour y remédier, l'objectif étant que le nombre de perturbations de la circulation ne dépasse pas celui fixé pour chaque tronçon en fonction du niveau de service qui lui correspond.

Trois niveaux de service ont été définis pour le réseau routier de l'État, en fonction de deux paramètres : le nombre maximal de perturbations pouvant se produire et la durée maximale de chaque perturbation.

L'assignation des niveaux de service NS-1, NS-2 et NS-3 se fait de la manière suivante :

Niveau de service 1 (NS-1) :

- Toutes les autoroutes gratuites et routes express;
- Les routes conventionnelles avec un débit journalier moyen annuel $\leq 5\,000$, excepté les cols, disposant d'un itinéraire alternatif par autoroute ou route express, auxquelles correspond le NS-2;
- Les accès aux stations de ski les plus importantes ;
- Toutes les capitales de province et villes de plus de 20 000 habitants traversées par une route du réseau routier de l'État seront reliées au réseau principal (celui ayant le niveau de service 1) par au moins une route de NS-1;
- Tant pour ce niveau de service que pour le NS-2, on fera en sorte que le niveau soit le même pour tous les tronçons composant un même itinéraire pour que celui-ci soit uniforme du point de départ à celui d'arrivée.

À ce niveau de service, fermer une route ou couper la circulation de tous les véhicules en raison de la présence de neige ou de verglas sur la chaussée n'est pas permis. Au besoin, on arrêtera la circulation des véhicules lourds et on restreindra le passage aux véhicules légers munis de chaînes, en veillant à minimiser la durée de la restriction.

La durée maximale d'interdiction de circuler aux poids lourds et la restriction des chaînes pour les véhicules légers ne doit pas dépasser la durée de la chute de neige augmentée de 2 heures.

Le dégagement des accotements doit se terminer au plus tard 6 heures après la fin de la chute de neige.

Niveau de service 2 (NS-2) :

Les routes conventionnelles avec débit journalier moyen annuel se situant entre 1 000 et 5 000 véhicules;

- Tous les accès aux capitales de province et aux villes de plus de 20 000 habitants auront, comme minimum, le NS-2;
- Toutes les villes de plus de 4 000 habitants traversées par une route du réseau routier de l'État seront reliées au réseau principal (celui ayant le niveau de service 1) ou au réseau secondaire (celui ayant le niveau de service 2) par au moins une route de NS-2.

Dans ce niveau de service, on admet une fermeture complète de la route par année. Au besoin, on arrêtera la circulation des véhicules lourds et on restreindra le passage aux véhicules légers munis de chaînes, en veillant à minimiser la durée de la restriction.

La durée maximale d'interdiction de circuler aux poids lourds et la restriction des chaînes pour les véhicules légers ne doivent pas dépasser la durée de la chute de neige augmentée de 4 heures.

Le nettoyage des routes doit être fait au plus tard un jour après la chute de neige.

Niveau de service 3 (NS-3) :

- Le reste des routes conventionnelles, excepté les cols situés entre deux provinces ou qui constituent l'unique communication entre des villes de plus de 2 000 habitants ayant au moins le NS-2.

À ce niveau de service, on permet les interruptions de service, quand, en raison de l'intensité de la chute de neige, il est nécessaire de concentrer les efforts sur les routes d'un niveau de service supérieur.



ESPAGNE

Dans tous les cas, on ne tolère pas, dans le réseau routier national, la présence de glace pouvant perturber la circulation.

La qualité du service se mesure par le degré de conformité au programme d'exploitation applicable. Considérant les clauses de services stipulées au contrat, la performance est insatisfaisante quand les niveaux de service établis ne sont pas atteints sur les différentes routes qui font l'objet du contrat.

Il n'existe pas non plus de règles fixes concernant les caractéristiques des matériels ou de l'équipement utilisés, étant donné que celles-ci sont définies dans chaque programme d'exploitation et adaptées aux particularités de chaque secteur.

En général, on doit recourir à des chasse-neige à lame frontale et parfois aussi à lame latérale. On pratique des épandages de fondants solides, de fondants solides humidifiés, ou encore de saumure. Dans certaines zones montagneuses, on utilise des chasse-neige dynamiques. Le fondant le plus courant est le chlorure de sodium (sel), mélangé parfois à du chlorure de calcium. De nos jours, le traitement le plus utilisé est le fondant sous forme de saumure.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

La responsabilité de l'entretien hivernal des routes espagnoles appartient aux services d'entretien des routes de l'organisme qui en est titulaire.

Des interventions continues sont nécessaires sur environ 40 % des routes du réseau national pour assurer leur entretien hivernal.

Partenariat public-privé

Presque tous les organismes responsables de réseaux routiers sous-traitent une partie de leurs activités d'entretien à des entreprises privées. Celles-ci réalisent les opérations d'entretien de la plupart des éléments de l'infrastructure et, généralement, celles aussi qui correspondent à la viabilité hivernale.

Le réseau routier national est divisé actuellement en 168 secteurs. L'entretien de ces secteurs est confié à des entreprises privées en vertu d'un devis technique qui a servi de base à un appel d'offres concurrentiel. Le contrat comprend la fourniture des ressources matérielles et humaines nécessaires pour exécuter toutes les opérations d'entretien hivernal du réseau routier.

Pour le réseau routier national, la gestion des moyens utilisés pour mener à bien les travaux d'entretien de la viabilité hivernale est définie dans les programmes d'exploitation. Ils contiennent les procédures d'intervention et l'organisation de toutes les tâches se rapportant à la viabilité hivernale du secteur. Ils sont rédigés conformément aux instructions figurant dans une note de service émanant de la direction générale des Routes.

Conformément aux programmes d'exploitation, les compagnies privées sont responsables des opérations. Elles jouent également un rôle dans la décision d'intervention. On compte aussi des autoroutes gérées par des concessionnaires.

Les programmes d'exploitation sont approuvés par la direction de chaque contrat et révisés annuellement pour tenir compte des nouvelles nécessités décelées, en vue de leur application pour la prochaine saison hivernale.

Une partie importante de cette révision annuelle correspond à l'inclusion des expériences considérées comme importantes pour l'amélioration du service, par exemple l'application de nouvelles technologies ou des perfectionnements concrets des techniques de travail employées.

Les programmes d'exploitation de chaque secteur contiennent minimalement les informations suivantes :

- Personnel et machines attribués au secteur (camions chasse-neige, machines chasse-neige dynamiques, épandeuses de fondants, etc.);
- Fondants (silos et dépôts existant dans le secteur et alentour, usines de fabrication de saumure, etc.);
- Canaux et procédures pour la transmission des informations (systèmes de communication entre les bases et les véhicules, canaux de transmission des informations météorologiques et d'autres types);
- Organisation des travaux préventifs (parcours à effectuer, horaires, inspections, etc.);
- Organisation des travaux curatifs (emplacement des équipes, parcours, chemins alternatifs, tronçons particulièrement problématiques, zones de stationnement de véhicules, etc.).



ESPAGNE

Coopération avec les directions générales de la Circulation routière et de la Protection civile

Un des éléments des programmes d'exploitation est la coordination avec les autres organismes gouvernementaux qui ont des responsabilités en matière de viabilité hivernale, comme la direction générale de la Circulation routière et la direction générale de la Protection civile, toutes deux relevant du ministère de l'Intérieur.

Le rôle de la direction générale de la Circulation routière dans la viabilité hivernale est très important, car, parmi ses compétences, on compte le contrôle de la circulation sur les routes et l'obligation de faire respecter par les usagers la réglementation en vigueur sur la circulation des véhicules. Elle est responsable, au cas où la circulation sur les routes serait difficile à cause de la neige ou du verglas, de faire appliquer les restrictions imposées à la circulation, comme l'obligation d'utiliser des chaînes ou l'arrêt obligatoire des véhicules d'une catégorie déterminée.

La décision d'imposer des restrictions à la circulation, comme l'arrêt de la circulation des poids lourds et l'imposition de chaînes aux véhicules légers relève de la direction générale des Routes et du ministère des Transports. En cas de fermeture de routes, les services aux usagers relèvent de la Protection civile.

Afin de coordonner les différents paliers de gouvernement responsables de l'entretien routier hivernal, on prépare des protocoles provinciaux, sur le modèle d'un protocole national intitulé : *Coordination de l'administration générale de l'État lors des chutes de neige et des événements atmosphériques extrêmes pouvant toucher le réseau routier national*. Ce document détermine l'approche à adopter dans chacune des situations.

Information météorologique routière

Les prévisions atmosphériques sont du ressort du service national de météorologie (AEMET). Elles prennent la forme de bulletins et de prédictions quotidiennes de mauvais temps, quand on prévoit des chutes de neige dépassant des seuils prédéterminés.

La direction générale de la circulation est en train d'installer un réseau de stations météo dans le but de connaître les conditions météorologiques sur la route. Cette information météo est transférée à l'utilisateur par le biais de panneaux à message variable et est disponible sur Internet.

3.3 Sécurité et information routières

Dans les cas de chutes de neige, c'est la délégation ou la sous-délégation du gouvernement de chaque province qui a la responsabilité d'informer les usagers et les médias.

Fourniture d'information aux usagers de la route

La direction générale de la Circulation routière, qui dépend du ministère de l'Intérieur, est chargée de fournir les informations aux usagers des routes.

Les usagers disposent actuellement de divers moyens pour obtenir des informations sur l'état des routes.

D'une part, les différentes stations de radio et chaînes de télévision ainsi que la presse écrite émettent des informations de caractère général, et d'autre part les centres de gestion de la circulation affichent en temps réel des informations particulières sur les panneaux de messages variables (PMV) situés sur les routes, et finalement, sur place, les agents de la Police de la route qui, en plus de contrôler la circulation, établissent des contrôles pour exiger l'utilisation de chaînes dans les cas mauvaises conditions routières.

De plus, le ministère des Transports a établi 4 groupes de conditions qui déterminent le degré de difficulté auquel peut s'attendre le conducteur, sur un tronçon particulier de route touché par la neige ou le verglas. La circulation se classe donc en 4 niveaux de difficulté :

- Vert : début de la chute de neige. Cette couleur prévient qu'il a commencé à neiger sur un tronçon de route et que la circulation n'en souffre pas. Les limites de vitesse recommandées sont fixées à 100 km/h sur les grandes routes et les autoroutes, et à 80 km/h, sur les autres routes. Les camions doivent circuler dans la voie de droite et ils n'ont pas le droit de dépasser d'autres véhicules;
- Jaune : présence de neige sur la route. La route commence à se couvrir de neige. Les camions doivent cesser de circuler et les véhicules légers et les autocars ne doivent pas dépasser 60 km/h;
- Rouge : la route est couverte de neige. La circulation est possible seulement en utilisant des chaînes et en ne dépassant pas 30 km/h. La circulation des camions et des autocars est interdite;
- Noir : présence de neige épaisse ou de verglas sur la route. La route est impraticable et il y a un risque élevé de se voir immobilisé pour une période de temps indéfinie.

ESPAGNE

Systèmes permettant d'accroître la sécurité de la circulation

L'amélioration de la sécurité de la circulation routière dépend d'une part de la maintenance et de l'entretien de l'état de la chaussée et, d'autre part, de la communication aux usagers des conséquences des effets du mauvais temps par les centres de Gestion de la circulation.

Les informations fournies sont basées sur l'obtention et la captation des paramètres de la météo et des conditions de la chaussée, la modélisation et l'émission postérieure des informations par les moyens cités au paragraphe précédent.

Utilisation de capteurs et de panneaux à messages variables

La connaissance de l'état de la chaussée en fonction des effets météorologiques fait partie des tâches des agents chargés de l'entretien et de la maintenance et de celles des agents de la police de la route.



Panneau à message variable

Depuis l'année 2000, date de la mise en service du premier projet d'installation de capteurs de paramètres météorologiques sur route (SEVAC), ceux-ci permettent de connaître, de capter, d'évaluer et de modéliser l'importance des différents paramètres environnementaux, ce qui permet d'évaluer et de confirmer les actions exécutées, et de confirmer leur maintien et la finalisation du projet.

De plus, des informations sur la capacité, l'emplacement et l'état des routes sont diffusés par des messages variables sur les PMV. Ce système couvre presque 600 km de routes et routes express du réseau général, plus quelques kilomètres additionnels appartenant au réseau des communautés autonomes.

Technologies de l'information au service de l'utilisateur de la route

Tous les types de technologie sont utilisés, qu'ils soient basés sur des moyens audiovisuels, comme Internet, ou personnalisés au moyen d'appels téléphoniques et de messages SMS.

Il existe également des postes d'information ad hoc pour certains emplacements se trouvant dans des sections ou des itinéraires particuliers.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

À partir de l'année 2000, toute la machinerie utilisée pour la viabilité hivernale du réseau routier de l'État a été progressivement équipée de systèmes de géolocalisation par satellite GPS qui, reliés aux centres de commande au moyen de la téléphonie cellulaire, sont utilisés comme aide à la gestion des flottes d'engins de déneigement. Le système utilisé, en plus de donner en temps réel la position de chaque véhicule, dispose de plusieurs capteurs situés sur l'équipement d'épandage de fondants et la lame oblique, ce qui permet de connaître avec précision le type de travail que la machine est en train de réaliser. Les informations fournies par le système de positionnement et les différents capteurs du véhicule sont stockées dans une base de données, ce qui permet d'obtenir une grande variété de rapports sur les travaux réellement réalisés. Ce système s'est révélé très utile, car il permet d'étudier les incidents vécus et d'obtenir des conclusions pour améliorer le service.

Pour ce qui est de l'infrastructure, de l'équipement d'épandage automatique de fondants liquides a été mis en service comme solution pour éviter la formation de verglas sur les routes. L'utilisation de ce système présente d'importants avantages pour les endroits qui demandent une attention spéciale, en raison de températures ou d'humidité extrêmes. Le seul facteur négatif est le coût élevé de déploiement et d'entretien.



ESPAGNE

4.2 Nouveaux systèmes de gestion

La gestion de la viabilité hivernale est révisée à la fin de chaque saison afin de corriger les défauts observés et proposer des améliorations pour tenter de donner le meilleur service possible aux usagers des routes pendant l'hiver. Au cours des saisons récentes, on a fait la démonstration que la manière la plus efficace d'éviter ou de réduire le nombre de restrictions ou de délais sur des tronçons, consiste à interdire la circulation des camions sur les tronçons qui subissent de fortes chutes de neige. Ces restrictions sont appliquées en visant à réduire le plus possible le temps d'arrêt des camions, en intensifiant le travail des chasse-neige et en recherchant une plus grande efficacité dans le déblaiement de la neige. C'est pourquoi on envisage un plan de construction de parcs de stationnement d'urgence pour les véhicules lourds; 56 parcs serviraient ainsi à recevoir ces véhicules en cas de mauvaises conditions de circulation en hiver, voire toute l'année durant.

4.3 Coopération transnationale

L'Espagne participe au projet SERTI, qui offre des services d'information à l'utilisateur, de coopération pour la gestion de la circulation transfrontalière, d'équipement pour les échanges de données et la gestion du trafic, etc., dans le but d'améliorer la sécurité et le confort dans les couloirs routiers qui relient l'Allemagne, la France, l'Espagne, l'Italie, la Suisse et Andorre.

5. Références

Les données relatives au climat ont été fournies par le service national de météorologie (AEMET), du ministère de l'Environnement et des Affaires rurales et maritimes.





ESTONIE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

L'Estonie est un petit pays, membre de l'Union européenne, situé au nord de l'Europe. La superficie de son territoire est proche de celle du Danemark, de la Suisse ou des Pays-Bas.



Superficie	45 227 km ²
Population	1 351 000
Densité de population	32 par km ²
Capitale:	Tallinn 400 000 habitants
Latitude (capitale)	59° 37' N
Véhicules automobiles par 1 000 habitants	321
Densité de routes	1 283 km par 1 000 km ²

Données générales sur l'Estonie

L'Estonie est baignée par les eaux de la mer Baltique, par laquelle elle a accès à l'océan Atlantique. La plupart des ports estoniens se trouvent sur la côte sud de la mer Baltique, grâce à quoi le transport des marchandises et des passagers s'effectuait jadis par le territoire estonien. Actuellement, les routes internationales telles que la Via Baltica (depuis la Finlande à travers les Pays Baltes et jusqu'à l'Europe Centrale) et la Via Hanseatica (reliant les anciennes villes hanséatiques de l'Europe à Saint-Petersbourg, Russie) sont en développement.

La République d'Estonie est administrativement divisée en 15 provinces.

1.2 Réseau routier

Réseau routier total km	Routes nationales km					Autres routes km
	Au total	Routes 1 ^{ère} catégorie	Routes 2 ^{ème} catégorie	Routes secondaires	Routes 1 ^{ère} catégorie	
58 034	16 487	1602	2391	12 444	50	41 547



ESTONIE

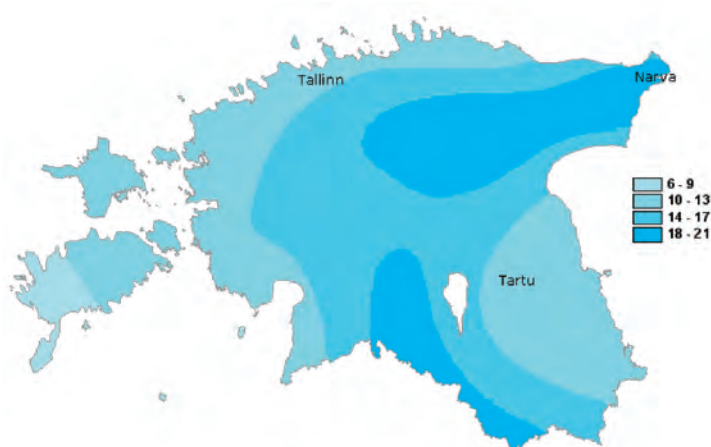
2. Données climatiques

Statistiques de températures et précipitations

Ville	Température mensuelle moyenne (moyenne de 30 ans)					Précipitations de neige (cm) (max. en 30 ans)		Précipitations (moyenne de 30 ans) (cm)				
	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Chute de neige quotidienne maximale	Épaisseur de neige maximale	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
Tallinn	1,3	-1,7	-3,4	-4,4	-1,1	25	54	6,9	5,7	5,7	3,6	3,5
Tartu-Tõravere	0,2	-3,0	-4,6	-5,5	-1,2	16	42	5,1	4,6	4,8	3,5	3,6
Narva	0,2	-3,2	-5,2	-6,1	-1,8	15	53	5,5	4,8	4,3	3,3	3,5

Moyenne en 30 ans (1979-2008)

Par période hivernale, 31 jours font l'objet de chutes de neige à Tallin, la capitale de l'Estonie.



Hauteur moyenne (cm) de la couche de neige sur le territoire en février :

Les chutes de neige et les situations de route glissante commencent habituellement en novembre et s'étendent sur une durée de 5 mois, soit jusqu'en avril. Cependant, de façon épisodique, les précipitations neigeuses peuvent survenir jusqu'en mai. Le climat varie d'humide sur la côte maritime, à sec dans les régions continentales de l'est et du sud. De plus, il est possible de rencontrer des températures relativement basses : jusqu'à -30 °C. Les températures du revêtement varient souvent autour de 0 °C, ce qui rend le contrôle de la glissance très important.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Obligation légale de réaliser un entretien hivernal

L'Administration des routes d'Estonie est responsable de l'entretien hivernal de 100 % des routes du réseau national.

Un entretien hivernal des routes est déterminé par les arrêtés suivants du ministère des Transports et Communications :

1. Exigences concernant l'état des routes.
2. Exigences concernant les technologies d'entretien hivernal

La Loi routière oblige l'utilisation des pneus d'hiver (cloutés ou non) pour les véhicules jusqu'à 3,5 tonnes pendant la période du 1^{er} décembre au 1^{er} mars. Les pneus cloutés sont autorisés du 1^{er} octobre au 1^{er} mai.

Classement des routes – Niveaux de service

DJM	Niveau de service prescrit			
	Routes principales	Routes nationales	Routes secondaires	Routes locales
Route	4	-	-	-
> 8000	3	-	-	-
6000-8000	3	3	3	-
3000-6000	3	3	3	-
1000-3000	3	2	2	2
200-1000	3	1	1	1
Jusqu'à 200	-	1	1	1



ESTONIE

Exigences relatives à l'état des routes

Niveau 1



Niveau 2



Niveau 3



Indicateurs	Exigences relatives à l'état des routes selon le niveau de service			
	1	2	3	4
État de la surface routière	Neige tassée ou surface glacée autorisée, si un traitement antidérapage des endroits dangereux est assuré.			
Neige				
Épaisseur autorisée de neige fraîche	< 10 cm	< 5 cm	< 3 cm entre les traces de roues	Chaussée dégagée
Épaisseur autorisée de neige fondue, mélange de sel et de neige	< 6 cm	< 3 cm	< 2 cm entre les traces de roue	Chaussée dégagée
Largeur entre les congères latérales	> 6 m ou au moins la largeur de la route	> 8 m ou au moins la largeur de la route	La route entière et les accotements	La route entière et les accotements
Uniformité				
Profondeur autorisée des ornières ou inégalités dans la neige tassée	< 4 cm	< 3 cm	Couche de neige tassée < 2 cm entre les traces de roues	Chaussée dégagée. Quand T < -12° C couche de neige < 1 cm entre les traces de roues

Cycle de service maximal (h)					
Niveau de service requis	Déblaiement de la neige et de la neige fondue	Déglaçage, traitement antidérapage	Déblaiement du mélange de neige et sel	Nettoyage de trottoirs et contrôle de dérapage	Traitement d'autres aménagements routiers
4	2	2	4	6	8
3	5	4	8	8	12
2	12	8	-	12	24
1	36	24 (sites)	-	12	36

Niveau requis de service	Heures d'application des exigences
Autoroute 4	24 h par jour
3	6 h à 22 h Le reste du temps, niveau de service 2 admis
2	7 h à 21 h Le reste du temps, niveau de service 1 admis
1	À déterminer par le propriétaire de la route



ESTONIE

Règles concernant le type et les caractéristiques des matériaux

Pour le déglacage, normalement le NaCl est utilisé, car il convient du point de vue de son prix et de sa facilité d'utilisation. Le CaCl_2 est utilisé pour la préparation de la saumure. Conformément aux normes techniques de l'entretien routier, la quantité de sel doit être la suivante :

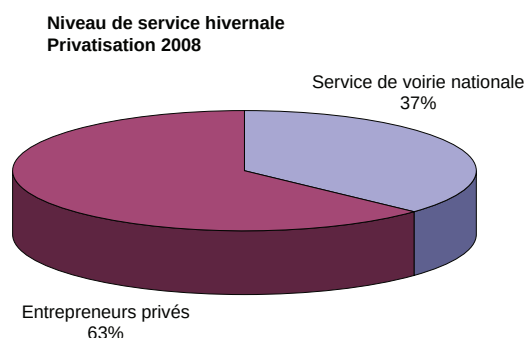
Temp. °C	Après déblaiement de la neige		Après déblaiement de la neige mouillée		Chaussée verglacée	
	g/m ²	kg/km	g/m ²	kg/km	g/m ²	kg/km
0 ... -2	10-20	75-150	10-20	75-150	2-5	15-40
-2 ... -4	10-20	75-150	20-30	150-225	5-10	40-75
-4 ... -7	20-40	150-300	30-50	225-375	10-20	75-150
-7 ... -10	40-60	300-450	50-70	375-525	20-30	150-225

Quantité recommandée de sel humidifié (NaCl) g/m² ou kg/km sur une chaussée de 7,5 m de largeur

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Organisation de l'entretien hivernal

La réorganisation des activités de l'Administration des routes d'Estonie a commencé en 2000. Après 8 ans de travail d'équipe, nous avons atteint la dernière étape de notre objectif. L'entretien des routes est entièrement confié à l'entreprise privée et les contrats conclus sont en grande partie basés sur la performance.



Les principales sphères d'activité d'un prestataire de services – l'entretien de routine, l'entretien périodique et celles de conservation – sont toutes incluses dans un contrat unique qui s'étend sur 7 à 8 ans. L'évaluation et la rémunération de l'entretien de routine sont entièrement établies sur la performance. Cela signifie qu'il n'y a pas à mesurer le travail accompli ; seule l'atteinte des objectifs de niveau de service compte.

En Estonie, les contrats d'entretien sont d'une durée de 5, 7 et 8 ans. Depuis l'an 2000, 14 contrats basés sur la performance ont été conclus dans l'ensemble du pays (1000-1200 km) et 3 contrats à l'échelle régionale (400 km). En général, de 4 à 7 entrepreneurs participent à l'appel d'offres. Le marché de l'entretien routier en Estonie est en évolution constante ; en tenant compte du siège social des entreprises de construction routière, la région la plus développée est celle de Tallinn suivie par Tartu. Dans les îles et dans le sud du pays, le bassin d'entrepreneurs est moins important.

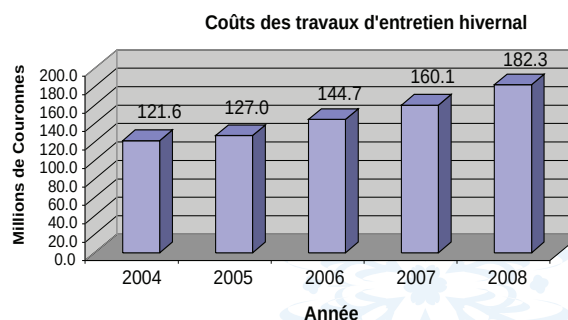
Gestion opérationnelle de l'entretien hivernal

Les camions porteurs à trois essieux de marque SISU et SCANIA sont les véhicules principalement utilisés dans le cadre de l'entretien hivernal. Les porteurs UNIMOG et VOLVO sont moins utilisés. Pour les travaux de déglacage, les saleuses de type NIDO et SALO sont privilégiées. Pour le déneigement, différents types de lames frontale, latérale ou disposée sous le châssis sont utilisées.

Consommation de fondants

Les quantités de matériaux de déglacage sont en diminution constante, ceci étant dû au fait que de nouvelles saleuses et techniques d'humidification ont été mises en service et que le déglacage est réalisé à temps.

La quantité de sel utilisé dépend des conditions hivernales, surtout du nombre de passages entre les températures positives et négatives. Au cours de l'hiver 2006-2007, 31 000 tonnes de NaCl ont été épandues, et 36,1 mille tonnes à l'hiver 2007-2008.





ESTONIE

Exigences relatives à l'ouverture, l'entretien et l'utilisation des routes sur glace



Des panneaux avec le nom et le numéro de téléphone du sous-traitant sont installés sur les bords des routes afin d'en informer les usagers et de promouvoir la compétition entre les exploitants.

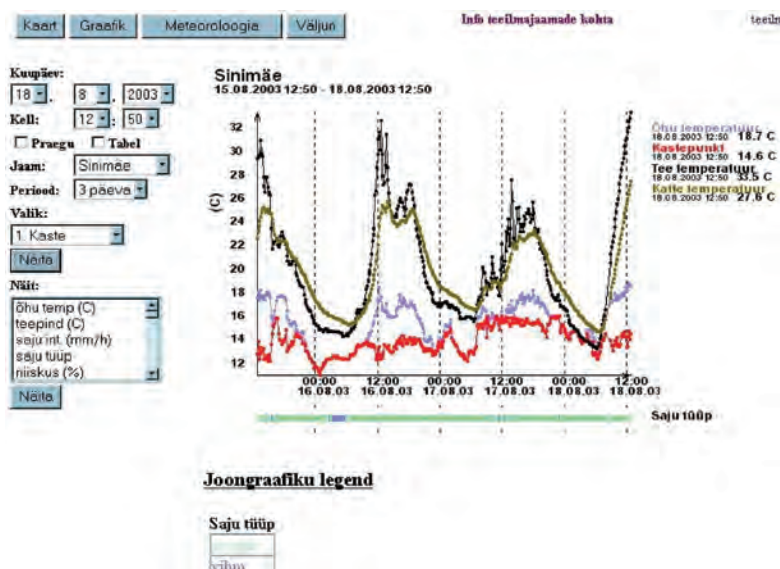


Caractéristiques principales des stations météorologiques routières en Estonie et des prévisions météorologiques routières

Deux types de stations météorologiques routières sont utilisées en Estonie : 20 stations ROSA fabriquées par Vaisala (Finlande) et 30 stations GMS fabriquées par AerotechTelub (Suède). Les stations ROSA mesurent les mêmes paramètres que les stations GMS, plus quelques informations supplémentaires, relatives à la surface de la route. Quelques-unes des stations ROSA disposent également de capteurs plus avancés de précipitations et de visibilité, appelés PWD. Les stations ROSA mesurent entre autres les paramètres suivants :

- air, point de rosée, température de surface et de chaussée;
- humidité de l'air;
- vitesse et direction du vent;
- type et volume de précipitations, ainsi que la visibilité (pas pour toutes les stations);

- état de la surface de la route - sèche, mouillée, enneigée, glissante, glacée, etc.;
- la quantité et la concentration de sel.



Cependant, les stations météorologiques routières ne fournissent pas de prévisions météorologiques et se limitent aux informations sur les conditions météorologiques courantes et passées prévalant sur les routes. La prévision est la tâche de différents logiciels. L'Administration des routes d'Estonie travaille à leur mise au point, avec la coopération de l'Estonian Meteorological and Hydrological Institute.

Une autre partie importante du système d'informations météorologiques routières de l'Estonie est constituée par les caméras. Il y en avait 16 installées au début de 2009 et le réseau s'agrandit constamment. Chaque année, 4 à 5 nouvelles caméras devraient être installées sur les routes importantes, pour aider les gestionnaires des routes à obtenir une information visuelle sur les conditions routières et de la météo, toutes les 10 ou 30 minutes.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Le Guide d'inspection routière établit l'ordre d'inspection des routes.

Selon le guide, toutes les inspections sont regroupées en inspections journalières et mensuelles.



ESTONIE

L'objectif de l'inspection journalière consiste en une vérification sélective de la conformité des conditions réelles de la route, par rapport aux normes applicables, ainsi que de la conformité des activités de l'entreprise d'entretien, par rapport aux normes techniques. La route à contrôler est choisie par le contrôleur en fonction de son importance. L'objectif de l'inspection mensuelle est de vérifier les conditions routières réelles à une échelle plus large. La route à inspecter est choisie au hasard. Une commission, constituée d'un représentant de l'entreprise responsable, des représentants du service d'inspection et du propriétaire de la route effectue le contrôle. Au cours de l'inspection mensuelle, de 20 à 30 % des routes de tous les niveaux de services doivent être vérifiées. On peut inspecter moins de 20 % des routes au cours

d'un mois donné, mais on doit augmenter la cadence au cours du ou des mois qui suivent, pour respecter l'exigence mensuelle moyenne. L'inspection est principalement visuelle, mais au besoin, on peut utiliser des mesures additionnelles. Par exemple, on mesure les paramètres suivants : épaisseur de neige, largeur des congères sur les accotements, profondeur des ornières, respect des cycles d'entretien, etc.

Les défauts détectés sont inscrits dans un registre sur le site Internet et on accorde des délais pour effectuer des travaux d'entretien correcteurs. Si le volume total de défauts est supérieur au seuil admis, différentes sanctions peuvent être appliquées à l'entreprise responsable.

Teehoolde järelvalve päevik

Päring: Järelvalve insener -Urmas Ilves. Hooldte testaja -Vooremaa Teed AS. Viimase nädala andmed

Kuupäev	Tee-nr.	Algus TO	Aad-ress	Löpp TO	Aad-ress	Puudused ja märkused	Foto	Täitja	Täitmise tähtaeg
2005-01-04	3	10	0	14	3407	TO_11-augud kattes (lennuvaljal)			14.01.05
2005-01-04	36	1	0	5	5138	korras			00.00.00
2005-01-05	14121	1	0	1	4497	Sadala lume konarused lubatust suuremad			07.01.05
2005-01-05	14120	1	0	1	7136	vajab sahkamist			07.01.05
2005-01-05	13168	2	0	3	4999	VAJAB SAHKAMIST			07.01.05
2005-01-05	14119	1	0	1	2283	korras			00.00.00
2005-01-05	36	1	0	3	8781	korras			00.00.00
2005-01-05	14135	1	0	1	7691	tase 0 - tagada seisunditase I			06.01.05
2005-01-05	14136	1	0	1	3575	korras			00.00.00
2005-01-05	14117	1	0	2	6011	korras			00.00.00
2005-01-06	14133	1	0	3	5178	korras			00.00.00
2005-01-06	14109	1	0	1	1981	korras			00.00.00
2005-01-06	14107	1	0	2	1785	korras			00.00.00
2005-01-06	14101	1	0	3	8804	korras			00.00.00
2005-01-06	14241	1	0	1	2155	korras			00.00.00

Exemple : extrait d'un registre d'inspection (en estonien)

3.4 Sécurité et information routières

Information à disposition des usagers

Le Centre d'informations routières a été établi en 1996 pour améliorer la qualité des informations fournies aux usagers des routes, au sujet de la circulation.

La Direction des Routes d'Estonie achète ce service de collecte et de diffusion des informations routières d'une société privée. À la suite d'un appel d'offres à la fin de 2003, un contrat a été signé pour 3 ans. Ce contrat établit certaines règles selon lesquelles la société privée doit collecter les informations des stations météorologiques routières, d'un centre météorologique, ainsi que des usagers des routes.

Le Centre d'Information routière doit informer les stations radio, la police et les gestionnaires des routes sur la circulation et les conditions météorologiques routières au moins deux fois par jour ainsi qu'actualiser ladite information sur la page Internet de l'Administration des routes.

Ainsi, il y a plusieurs possibilités à la disposition des usagers des routes pour se renseigner sur les conditions routières et météorologiques : téléphoner directement au centre d'information routière, consulter le site Internet de l'Administration des routes ou celui de BalticRoads (www.balticroads.net).



ESTONIE

Balticroads.net – Un système d'information routière transnational

Le service Baltic Roads (<http://www.balticroads.net>) est assuré en coopération avec les administrations des routes de la Finlande, de l'Estonie, de la Lettonie et de la Lituanie et a pour but d'informer les usagers des routes sur les conditions météorologiques réelles sur les routes de la région de la Mer Baltique.

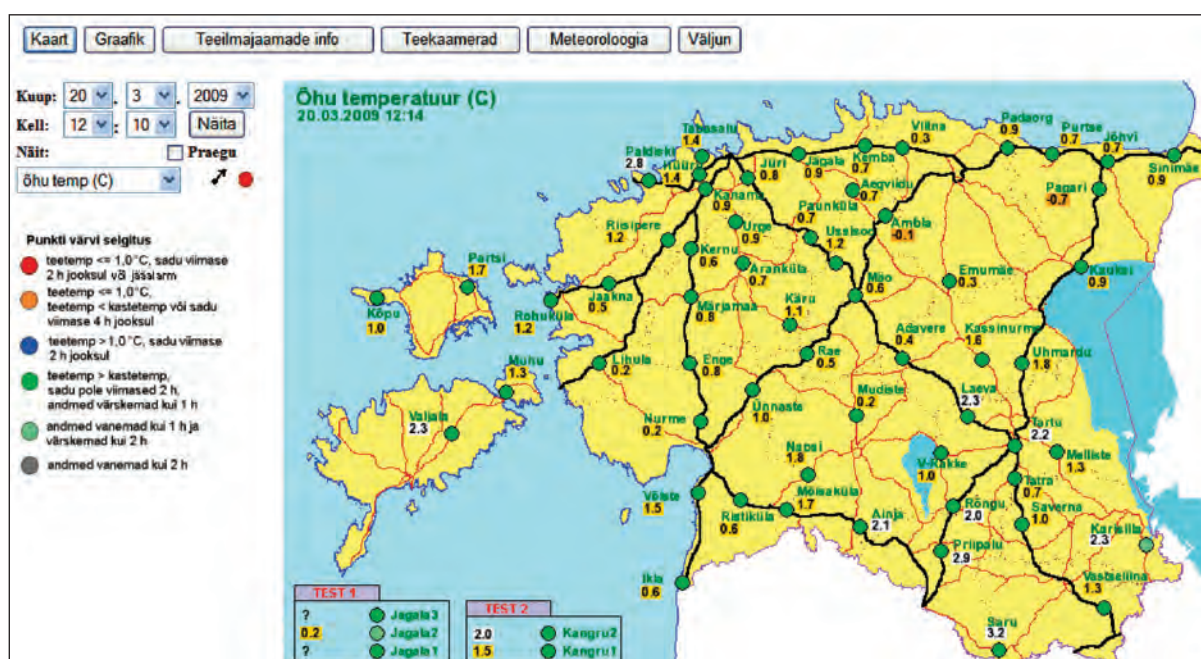
Le système automatisé d'information météorologique routière (SMR) est utilisé pour enregistrer de façon continue les conditions routières courantes et les conditions prévisibles. Actuellement, il existe au total 149 stations d'informations météorologiques routières dans les Pays Baltes :

- en Estonie - 58 stations;
- en Finlande - 23 stations;
- en Lettonie - 30 stations;
- en Lituanie - 38 stations.

Les cinq pays ont maintenant réuni leurs ressources afin de développer une interface Internet commune pour partager et transférer de manière plus efficace les données SMR (collectées dans toute la région de la Mer Baltique) au secteur du transport et aux autres usagers des routes.

Le but principal de l'interface Internet est de faciliter l'accès aux entreprises de transport, aux conducteurs professionnels et à tous les usagers de la route à l'information météorologique et routière, de manière à offrir un meilleur service et une sécurité routière améliorée. La coopération entre les administrations routières nationales améliore l'utilisation des informations météorologiques et routières fournies par les stations existantes pour des opérations d'entretien routier. En plus, la coopération assure une meilleure formation des autorités locales dans la gestion SMR.

L'interface Internet SMR balte fournit des données météorologiques et routières réelles mises à jour toutes les 30 minutes, comme : la température de la route et de l'air, le type de précipitation, les conditions routières, la vitesse et la direction du vent, ainsi que le point de rosée et le taux d'humidité.



Un exemple de requête sur le site Internet



ESTONIE

Utilisation des capteurs routiers météorologiques et des panneaux à message variable

En Estonie, il existe trois panneaux à message variable, deux étant installés sur l'une de nos principales routes, Tallinn – Tartu, et l'autre sur la route Tallinn-Narva. Sur un segment routier de 7 kilomètres, de nombreux accidents ont eu lieu en hiver à cause des conditions très changeantes de la chaussée, ce qui s'explique par la proximité d'un marais.

Une entreprise finlandaise, Sabik, a produit les trois PMV. L'entrepreneur responsable de l'entretien hivernal est responsable de la commande manuelle des panneaux. Des recommandations concernant la vitesse et des avertissements relatifs à la glissance sont fournis aux automobilistes.

Il est envisagé de mettre au point dans le futur un logiciel, qui pourrait sélectionner automatiquement l'information la plus importante à afficher sur les panneaux. On pourrait aussi appliquer le principe d'affichage en direct des paramètres mesurés par des stations météorologiques routières locales; par exemple, la température et les conditions de la chaussée.

4. Recherche et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Deux sujets différents, liés à la gestion hivernale, font actuellement l'objet de recherches.

Le premier est le facteur de friction des chaussées et les possibilités de mise en œuvre d'un système pour le mesurer afin d'évaluer les conditions routières en hiver avec plus de précision.

Le second est la possibilité d'utiliser du CaCl_2 en tant que matériau plus efficace pour le déglacage des routes en Estonie.

5. Références

Authors : Kuno Männik; Tõnu Asandi ; Rain Hallimäe

Administration des routes d'Estonie
463a Pärnu Road, 10916 Tallinn, Estonie

Tél. 372-611-9300 / Fax 372-611-9360

Mèl : estroad@mnt.ee



ÉTATS-UNIS

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Les États-Unis d'Amérique sont un système fédéral comprenant 50 États, le District de Columbia, et les nombreux gouvernements locaux dans chaque État. L'Administration fédérale des autoroutes (FHWA), relevant du pouvoir exécutif national, ne s'occupe ni de l'exploitation, ni de la construction des routes nationales, mais administre plus de 26 milliards de dollars par an de fonds d'aide fédérale, pour les routes nationales, aide octroyée aux États et aux régions, principalement pour des immobilisations. Les dépenses totales pour les routes nationales sont de plus de 118,3 milliards de dollars par an, fonds qui proviennent surtout des États et des gouvernements locaux. (3)

La superficie totale des États-Unis est de plus de 9,1 millions de km². Plus de 81 % du territoire (soit 7,4 millions de km²) se trouve dans des régions où il neige et qui reçoivent plus de 13 cm de neige en moyenne par an. La population des États-Unis dépasse les 304 millions d'habitants (17). Près de 71 % des Étatsuniens, soit plus de 215 millions de personnes, vivent dans des régions où il neige.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier comprend plus de 6,4 million km d'autoroutes. Le réseau routier national comprend plus de 262 000 km d'autoroutes et de routes principales. Il comprend encore 1,3 million de kilomètres d'autres routes subventionnées par le gouvernement fédéral et 4,9 millions de kilomètres de routes non subventionnées. Les véhicules parcourent en moyenne 19 300 km par an. Près de 235 millions de véhicules de promenade (automobiles et camions légers) utilisent les routes nationales pour se rendre au travail, pour traiter des affaires personnelles ou pour faire des voyages d'agrément. Plus de 3 millions de véhicules utilitaires utilisent les grandes routes, dont à peu près 1,1 million sont des transporteurs de fret de longues distances (10).

Superficie	Total	9 161 979 km ²	
	Régions enneigées	7 447 614 km ²	
Population	Total	304,06 millions	
	Régions enneigées	215,79 millions	
Distances	Réseau de routes nationales	262 809 km	
		Régions enneigées	195 626 km
	Grandes routes avec soutien fédéral	1 320 998 km	
		Régions enneigées	958 957 km
	Grandes routes sans soutien fédéral	4 900 125 km	
		Régions enneigées	3 678 426 km
	Total	6 483 932 km	
		Régions enneigées	4 833 010 km
Latitude (capitale)		39°N	

La météo hivernale produit un effet important sur le débit de la circulation, sur la sécurité routière et sur la productivité. On estime généralement que 23 % des pertes de temps ponctuelles sur les autoroutes du pays sont attribuables à la neige, la glace et le brouillard. Cela se traduit par des retards d'environ 544 million d'heures-véhicules par année. Les routes couvertes de neige ou les chaussées glacées causent aussi d'importants retards. Chaque année, environ 2 200 personnes perdent la vie dans des collisions au cours de chutes de neige ou de giboulée ou en circulant sur des chaussées couvertes de neige, de neige mouillée ou de glace. Environ 192 500 personnes par année subissent des blessures au cours de ces mêmes collisions. L'entretien hivernal des routes nécessite environ 20 % du budget total des services de voirie des États et des instances locales. Ces mêmes services dépensent plus de 2,3 milliards de dollars par année en frais d'enlèvement de neige et de glace (2).

ÉTATS-UNIS

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des régions climatiques

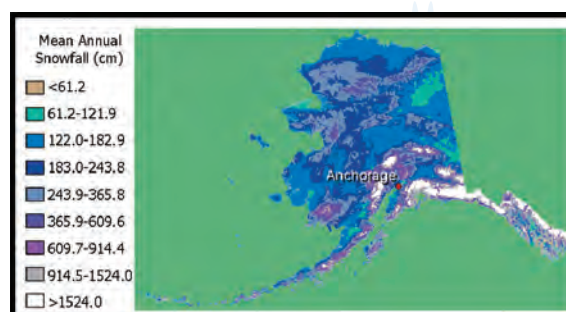
Les États-Unis ont une diversité de climats due aux différences importantes de terrain, à la proximité de grandes étendues d'eau et une grande surface territoriale entre la frontière septentrionale et les régions polaires qui permettent à l'air arctique de migrer vers le sud avec une modération minimale. Les 48 États de la zone continentale des États-Unis (CONUS) sont climatiquement différents

de l'État septentrional d'Alaska, et de l'État semi-tropical d'Hawaï dans l'Océan Pacifique. Les forts enneigements des CONUS, représentés sur la carte des plus importantes chutes de neige quotidiennes, sont situés principalement dans les régions montagneuses ayant une densité de population faible et peu de routes, mais avec beaucoup de cols montagneux difficiles. Il y a de grandes zones métropolitaines dans toutes les régions. Cependant, le Nord-Est et le Midwest ont tous deux des populations importantes et des chutes de neige considérables en raison de la présence de lacs et de cyclones côtiers.

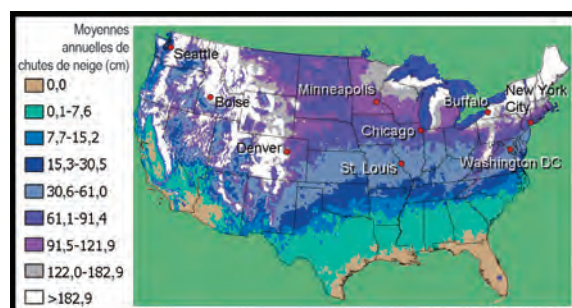


Carte des plus importantes chutes de neige quotidiennes

Comme le montre la carte ci-après, les facteurs géographiques créent de grandes différences dans les moyennes des chutes de neige. La plupart des États subissent des chutes de neige significatives. Les exceptions sont localisées dans la région méridionale des CONUS le long des côtes du Golfe, dans les déserts du sud-ouest, sur la côte pacifique et à Hawaï. La glace sans la neige peut se former aussi sur les routes, surtout dans les régions plus modérées et côtières.



Carte des moyennes annuelles de chute de neige en Alaska



Moyennes annuelles de chute de neige des CONUS



ÉTATS-UNIS

2.2 Statistiques sur les températures et les précipitations

Le tableau 1 présente les statistiques de températures et de précipitations pour les 10 villes américaines indiquées sur la carte des moyennes annuelles de chute de neige (9).

Endroit	Température minimale journalière (°C)				Chute de neige mensuelle (cm)				Chute de neige annuelle (cm)	Nombre de jours avec neige >2.5 cm	Chute de neige max. en 24 heures (cm)	Épaisseur de neige max. (cm)
	Déc	Jan	Fév	Mar	Déc	Jan	Fév	Mar				
New York, NY	-0,2	-3,2	-2,2	1,7	6,6	20,6	19,3	8,1	56,9	6	67,1	55,9
Buffalo, NY	-4,7	-7,9	-7,4	-3,3	64,8	66,3	45,2	9,1	246,4	27	96,3	111,8
Washington, DC	0,0	-2,6	-1,3	2,9	3,8	15,7	13,2	4,1	38,6	4	47,5	55,9
Chicago, IL	-6,4	-9,8	-7,1	-1,9	22,1	28,7	21,1	15,2	96,5	12	47,2	71,1
Minneapolis, MN	-11,7	-15,4	-11,2	-4,7	25,4	34,3	20,8	26,4	142,0	17	53,3	96,5
Saint Louis, MO	-3,4	-6,0	-3,1	2,3	12,4	18,8	12,2	8,4	57,2	6	35,3	50,8
Denver, CO	-8,7	-9,3	-7,2	-3,7	22,6	19,6	16,0	29,5	154,9	18	59,9	158,0
Boise, ID	-4,4	-4,7	-1,8	1,1	16,3	12,4	8,4	3,8	49,5	7	33,0	33,0
Seattle, WA	2,2	2,2	2,9	3,9	6,4	6,1	3,3	1,5	20,6	3	54,4	53,3
Anchorage, AK	-11,4	-12,6	-7,7	-1,8	37,8	22,9	27,9	26,2	176,5	20	55,9	2301,2

Tableau 1 : Statistiques de températures et précipitations dans 10 villes américaines

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Plusieurs Départements d'État au Transport (les « DOT ») ont mis au point ou adopté des indices hivernaux (15). Le DOT d'Indiana a mis au point un indice hivernal pour chacune des quatre régions climatiques de l'état. Ils ont aussi développé un indice global pour l'État en entier. Les

indices de l'Indiana utilisent sept facteurs météorologiques comprenant : jours de gel, pluie verglaçante, poudrerie, importance des chutes de neige, épaisseur de la couche de neige, intensité de la tempête (ou durée), et température moyenne pendant l'intempérie. Le DOT d'Indiana a l'intention d'utiliser ces indices pour analyser la rigueur de l'hiver et comparer les efforts de déneigement et de déglacage dans différentes zones climatiques.

$$WI = 0,1839 * \text{gel} + 16,7634 * \text{pluie_verglaçante} + 12,0112 * \text{congères} - 0,32281 * \text{neige} + 25,72981 * \text{épaisseur_neige} + 3,23541 * \text{heures} - 2,80668 * \text{température_moyenne}$$

Le DOT de l'État de Washington utilise un indice de gelée, qui est un indice hivernal sans facteur relatif aux chutes de neige. L'indice de gelée est rattaché à des mesures de performance des stratégies de déneigement et de déglacage. Quand le budget d'entretien des routes d'hiver est dépassé, le DOT utilise l'indice de gelée pour aider à justifier des demandes de fonds supplémentaires.

Le DOT de l'État du Wisconsin utilise un indice hivernal avec cinq facteurs météorologiques, soit : la neige (SE), la pluie verglaçante (FR), la quantité de neige (AMT), la durée de la tempête (DUR), et les incidents (INC) tels que la poudrerie, le déblaiement de la route, et des interventions locales liées au gel. L'indice hivernal du Wisconsin sert à classer les hivers selon la rigueur à des fins d'évaluation de la performance et des dépenses.

$$WI = 10 * \frac{SE}{63} + 5,9 * \frac{FR}{21} + 8,5 * \frac{AMT}{314} + 9,4 * \frac{DUR}{1125} + 9,2 * \frac{INC}{50}$$

ÉTATS-UNIS

Les DOT des États du Kansas et du Minnesota ont adopté un indice hivernal mis au point dans le cadre du Programme stratégique de recherche routière (SHRP). Les facteurs météorologiques dans l'indice du SHRP comprennent des moyennes de chutes de neige quotidiennes (S), la proportion de jours de gel (N) (c'est-à-dire, les jours avec une température maximale de l'air inférieure ou égale à 0 °C), la gamme de température (R),

et un indice de température quotidienne moyenne (TI). L'index de température est égal à 0 si la température minimale de l'air est supérieure à 0 °C, à 1 si la température maximale de l'air est supérieure à 0 °C tandis que la température minimale de l'air est inférieure ou égale à 0 °C, et 2 si la température maximale de l'air est inférieure ou égale à 0 °C.

$$WI = a(TI)^{0.5} + b \ln\left(\frac{S}{10} + 1\right) + c \frac{(N)^{0.5}}{R + 10} + d$$



3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Du fait que l'entretien routier relève des différents États et gouvernements locaux, il n'y a pas de politique nationale pour l'entretien des routes en hiver aux États-Unis. L'État et les gouvernements locaux peuvent faire fonctionner leur propre équipement d'entretien, engager des entrepreneurs privés, et établir leurs propres objectifs de niveau de service. Le niveau de service peut être basé sur des objectifs de conditions de la chaussée, des débits de circulation, ou la satisfaction de l'utilisateur. Les efforts d'entretien des routes en hiver varient selon les conditions climatiques, les ressources de l'agence, et les caractéristiques de réseau routier. Les grandes routes reçoivent généralement plus d'attention. Ainsi, les routes du réseau routier national sont traitées plus complètement et plus rapidement que les autres. Les endroits critiques comme les cols montagneux peuvent exiger l'utilisation de chaînes sur les pneus des véhicules, et beaucoup de routes locales désignées comme « routes d'urgence en cas de neige » doivent être libérées des voitures en stationnement en cas de neige.

Aux États-Unis, l'entretien des routes en hiver suppose le déneigement et le déglacage par des techniques mobiles ou des systèmes fixes. Les moyens utilisés pour enlever la neige et la glace incluent le déneigement, l'épandage de substances abrasives (telles que du sable, des cendres ou de la pierre concassée) pour améliorer la traction des véhicules, et l'épandage de produits déglacants pour prévenir la formation de verglas sur la chaussée ou pour faire fondre et éviter que la neige et la glace n'adhèrent à la chaussée. Ces moyens sont souvent utilisés de façon

combinée. Dans les régions avec d'abondantes chutes de neige, les responsables de l'entretien peuvent aussi ériger des pare-neige le long de la route pour empêcher la neige d'être déplacée par le vent. (13)

Les études faites par des représentants de l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) ont indiqué que presque 40 États utilisent des stratégies préventives contre le verglas. En plus des opérations mobiles de prévention du verglas et de déglacage, 23 États ont déployé des systèmes fixes de prévention du verglas et de déglacage sur les ponts, les courbes serrées, et les autres emplacements vulnérables au verglas (15). Ces systèmes fixes sont généralement constitués d'un contrôleur, de réservoirs, de pompes, de conduits, et de pulvérisateurs qui dispersent des produits fondants sur un secteur de chaussée prédéterminé. Les aspersions peuvent être activées manuellement ou automatiquement selon les données relevées par une station composée de capteurs environnementaux (ESS).



Système fixe d'aspersion
(CRYOTECH Deicing Technology)

ÉTATS-UNIS

Plusieurs types de matériaux pour le déneigement et le déglacage sont utilisés aux États-Unis, incluant des produits solides (secs et préhumidifiés), des produits liquides, des abrasifs, ainsi que des mélanges de ces matériaux. Les produits utilisés peuvent être du chlorure de sodium, du chlorure de calcium, du chlorure de magnésium, de l'acétate de magnésium et de calcium, de l'acétate de potassium, de l'acétate de calcium, et de l'acétate de magnésium, le chlorure de sodium étant le plus courant. Les fréquences d'application des matériaux dépendent des conditions au moment de l'application (météo, conditions de la chaussée et la circulation) et des prévisions sur les changements de conditions avant le traitement suivant (15). Les fréquences d'application d'abrasifs varient en gros de 140 à 419 kg par km de voie avec une moyenne approximative de 224 kg/km voie. La fréquence d'application des produits de déglacage solides et liquides varie selon les écarts de température de la chaussée, du potentiel de dilution, et de la manière avec laquelle la glace adhère à la chaussée. Le National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) a développé des consignes générales sur l'utilisation des matériaux de traitement et la fréquence d'application (7).

Les matériaux déglacants sous forme solides sont souvent appliqués aux routes par des véhicules d'entretien équipé d'épandeurs qui, typiquement, épandent de façon régulière des matériaux granuleux sur une largeur s'étendant d'un à douze mètres. Dans beaucoup de cas, l'opération d'épandage s'ajuste automatiquement à la vitesse du véhicule. Les produits liquides sont habituellement épandus par des disques rotatifs ou des buses de pulvérisation installés sur les véhicules. Différents types de chasse-neige hydrauliques sont utilisés soit des chasse-neige avec lame frontale oblique, certains situés des chasse-neige réversibles, certains à géométrie variable, sous la caisse du camion, des ailes latérales, et des lames conçues spécialement pour enlever la neige fondue. (15)

Plusieurs États ont fait la démonstration et l'essai de véhicules d'entretien de pointe pour l'hiver et de nouveaux systèmes de gestion de véhicules d'entretien (15). Des chasse-neige équipés de capteurs environnementaux de système de localisation automatique des véhicules (LAV) et de GPS sont utilisés pour suivre la température de l'air et de la chaussée, relever les conditions de la chaussée, suivre la position des véhicules et gérer les systèmes du véhicule, comme la position de la lame, le taux d'épandage, ainsi que surveiller les activités de traitement de la chaussée. Les ordinateurs centraux fournissent des cartes aux directeurs des

centres d'entretien qui peuvent planifier les stratégies de traitement, contrôler les opérations d'entretien, ou conduire des analyses après-coup. Les directeurs des centres peuvent communiquer aussi avec les conducteurs de chasse-neige au moyen d'appareils embarqués intégrant des modules de communication et d'affichage. Treize organismes d'État équipent leurs chasse-neige de technologies LAV et GPS, ainsi que de détecteurs pour suivre la distribution des traitements routiers (18).



Camion concept pour l'entretien des routes

D'autres technologies de pointe incluent des systèmes d'affichage qui reconnaissent les limites de la chaussée quand la visibilité est réduite à cause du brouillard ou de la poudrerie. Ces technologies peuvent aider les conducteurs de chasse-neige à déterminer leur position sur la voie, à être avertis des objets et des obstacles devant et derrière le véhicule, et à augmenter la sécurité en réduisant le nombre d'accidents dus aux chasse-neige. (15)

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Aux États-Unis, l'entretien hivernal est décentralisé, puisque les routes appartiennent aux États et aux gouvernements locaux et sont gérées par eux. Ces organismes financent et exécutent les activités liées au déglacage et au déneigement, ou ils concluent des contrats avec des entreprises privées pour assurer ces services. Les immobilisations des États et des instances locales dépassent les 57,5 milliards de dollars par année. L'entretien et l'exploitation comptent pour plus de 31,8 milliards de dollars, dont 2,7 milliards de dollars pour l'entretien hivernal par année. Un tiers des dépenses d'entretien des routes en hiver est consacré aux matériaux de traitement (10) de la chaussée.



ÉTATS-UNIS

Les écarts régionaux entre des chutes de neige normales et de fortes chutes de neige créent des différences dans la façon dont réagissent les services de voirie face à l'hiver, d'un traitement continu et routinier à des actions occasionnelles et d'urgence pour certains événements peu fréquents. Dans certains États, les services de voirie se coordonnent avec les organismes responsables de la gestion de la circulation, de façon à fermer des routes pendant les interventions, à imposer des limites de vitesse plus faibles en cas de mauvais temps, ou à restreindre la circulation aux véhicules pourvus de chaînes ou de pneus d'hiver (13).

Les 50 États se coordonnent pour la mise en oeuvre des progrès et la formation à travers le Snow and Ice Cooperative Program (SICOP) de l'AASHTO. Le SICOP a mis au point un programme de formation sur le système interactif de stations météorologiques (SMR) et les interventions antiverglas. Ce programme informatisé de formation consiste en sept cours comprenant une introduction à l'entretien hivernal, la gestion de l'entretien des routes en hiver, les risques routiers en hiver et les principes pour les surmonter, des bases sur la météorologie, la surveillance des routes et de la météo pour les décisions d'épandages préventifs, l'accès informatique à l'information météorologique routière et les pratiques préventives dans les activités d'entretien en hiver. Le programme national de formation est utilisé par 90 % des États localisés dans la « ceinture de neige », l'American Public Works Association (APWA) et la National Association of County Engineers (NACE). En avril 2003, les deux versions, générique et sur mesure, du programme de formation basé sur l'ordinateur ont été distribuées aux utilisateurs. Des versions sur mesure sont adaptées aux méthodes particulières utilisées dans certains États en matière d'équipement, de politiques, de procédures et de fondants routiers (15).

Le personnel d'entretien utilise l'information météorologique afin d'évaluer la nature et l'importance des menaces environnementales, prendre des décisions sur les moyens de traitement des routes et gérer les ressources, c'est-à-dire personnes, équipement et matériaux (13). Les instances d'État et les administrations locales utilisent des sources variées pour obtenir les observations et les prévisions météorologiques (SMR), parmi lesquelles, le National Weather Service (NWS), des informations météorologiques provenant du secteur privé, les systèmes de stations météorologiques (SMR) et la cartographie thermique. Le NWS est un organisme fédéral relevant de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). Il est responsable des prévisions de la météo, de lancer les avertissements

de tempête, de diffuser les avertissements d'inondation et de mauvais temps au profit de l'agriculture, du commerce et de la navigation; il doit encore réaliser les observations météorologiques afin d'enregistrer les conditions climatiques des États-Unis. En pratique, le NWS fournit des informations générales sur le temps et les avertissements pour la sécurité du public. Les produits du NWS comprennent les observations provenant de capteurs en surface, comme les Automated Seismological Observation System (ASOS), de radars Doppler, de satellites géostationnaires et polaires. Il fournit aussi des prévisions nationales et les modèles numériques provenant des National Centers for Environmental Prediction (NCEP). Il fournit encore des prévisions régionales et des avertissements des 125 bureaux de prévisions météorologiques et des 13 centres de prévisions pour les rivières.



Technologies d'observation

En général, les observations fournies par le NWS sont insuffisantes pour caractériser les détails de l'environnement routier tels que les conditions de la chaussée et la visibilité. Comme ce n'est pas l'objectif du NWS de fournir des prévisions sur mesure pour soutenir la prise de décision opérationnelle, les informations météorologiques adaptées aux routes sont spécifiquement fournies par des services VAMS privés avec qui des contrats sont conclus pour des services de prévisions en temps réel et des prévisions à plus long terme adaptées aux routes.



ÉTATS-UNIS

La NOAA a approché la gestion météorologique du transport terrestre en établissant un programme de météorologie routière faisant partie du Commerce and Transportation Goal Team, une composante du processus budgétaire de l'Agence. De plus, la NOAA a ajouté un programme de météorologie routière à son plan stratégique. À cette fin, la NOAA est devenue partenaire de la FHWA dans le programme de gestion de la météorologie routière pour améliorer la sécurité et accroître l'efficacité des mouvements de personnes et de marchandises sur les routes du pays. En 2007, la NOAA et la FHWA ont tenu le Troisième symposium national sur la météo du transport terrestre, afin de fournir un forum aux artisans du transport terrestre, aux chercheurs et aux groupes d'utilisateurs, pour qu'ils puissent travailler ensemble et accroître la collaboration et le partenariat en vue de l'amélioration des produits et des services de météorologie routière au bénéfice des utilisateurs, exploitants et gestionnaires de l'infrastructure de transport terrestre des États-Unis (11).

La FHWA a été très active en essayant d'intégrer les observations provenant de stations équipées de capteurs environnementaux (ESS) appartenant aux États avec les observations de surface du service de météo nationale (NWS). Les stations ESS sont déployées le long des routes et dans d'autres installations de transport pour fournir aux organismes des observations de la météo au sol et les conditions de la chaussée. La plupart des stations ESS sont déployées comme composantes terrain du système d'information météorologique (SMR) (16). Le système SMR est largement utilisé aux États-Unis depuis la fin des années 1980. À l'heure actuelle, on compte près de 2 500 stations au pays. Plus de 2 000 d'entre elles appartiennent aux États. Les ordinateurs centraux du système SMR rassemblent des données de nombreuses stations ESS, les traitent pour soutenir diverses applications opérationnelles, et affichent ou diffusent des données sur l'état des routes sous un format qui peut être facilement interprété par un décideur. (2)



Stations ESS appartenant aux États

Le personnel d'entretien peut aussi utiliser la cartographie thermique afin d'obtenir des informations sur les températures des chaussées. La cartographie thermique implique l'utilisation de détecteurs infrarouges (manuels, sur véhicules ou sur satellites) pour créer des profils thermiques de la surface des routes. Les mesures sont prises dans des conditions environnementales variées. Plusieurs États, y compris ceux de Washington, du Nevada et du Minnesota, ont créé des cartes thermiques de segments d'autoroutes. Des données de cartographie thermique ont été utilisées pour optimiser l'implantation des ESS, prédire les températures de la chaussée là où il n'y a pas de stations ESS, et élaborer des stratégies de traitement des routes en hiver. (4)

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Quelques États ont accepté d'utiliser le concept des normes de rendement pour évaluer des activités d'entretien d'hiver (12). Certaines agences mènent des évaluations d'efficacité des traitements après la tempête (comme des mesures d'adhérence sur la chaussée) afin d'identifier les modifications ou les améliorations dans les stratégies de traitement (4). Des évaluations après la fin de la saison peuvent être utilisées pour modifier les parcours et déterminer les changements nécessaires dans le personnel, les procédures de formation, l'équipement ou les besoins matériels. En tant qu'élément du projet d'élaboration de directives pour le matériel et les méthodes de déneigement et de déglacage, le NCHRP a mis au point un indice des conditions de neige et de glace sur les chaussées pour évaluer l'efficacité des stratégies d'entretien d'hiver. L'indice a été utilisé pour évaluer le niveau de service atteint grâce aux traitements, pendant les tempêtes hivernales et après leur fin. (7). Des mesures de performance diverses ont été réalisées à travers les États-Unis, montrant des degrés variés de réussite. Il n'existe pas de mesures largement acceptées applicables aux classes de routes et aux caractéristiques des tempêtes. Le NCHRP projette d'autres recherches pour évaluer des mesures potentielles de performance et trouver ou mettre au point des outils de mesure appropriés de la performance, pour toutes les classes de routes et toutes les caractéristiques de tempêtes (9).



ÉTATS-UNIS

Quelques-uns des bénéfices des opérations de déneigement et de déglacage ont été quantifiés. Les activités d'entretien d'hiver ont amélioré la sécurité en réduisant la fréquence des accidents et en minimisant les risques pour le personnel d'entretien et les automobilistes. La mobilité de la circulation est améliorée quand la neige accumulée et la glace sont enlevées, et le nombre de fermetures de routes est réduit. Les gestionnaires d'entretien des États-Unis sont d'avis que des stratégies préventives et d'humidification des matériaux réduisent les épandages de sable de 20 à 30 %, réduisent les arrosages de fondants de 10 % et réduisent l'écoulement de chlorure et de sédiments vers les cours d'eau. Les données d'évaluation montrent que les interventions préventives peuvent diminuer les coûts de déneigement et de déglacage de 10 à 50 %, tout en réduisant les taux de collision de 7 à 83 %. Des analyses faites sur des systèmes de prévention du verglas installés sur des ponts dans les États de l'Utah, du Minnesota et du Kentucky, ont révélé des réductions des collisions de 25 à 100 %. Une utilisation plus efficace des fondants et des abrasifs, des coûts d'entretien réduits, une diminution des retards et une meilleure sécurité routière se traduisent par un rapport coût-bénéfice variant entre 2 : 1 à 5 : 1 pour le système SMR et les stratégies antiverglas.

3.4 Sécurité et information routières

En plus d'appuyer les décisions d'entretien des routes, les directeurs de services de voirie utilisent les données des stations ESS pour modifier la temporisation des signaux de circulation, activer les systèmes automatisés d'avertissements aux automobilistes, modifier les vitesses maximales, fermer des routes et diffuser de l'information aux voyageurs (13). Près de la moitié des États (24, en fait) utilisent la technologie des systèmes de transport intelligents pour gérer les détournements de circulation en raison de fermetures de tronçons de route occasionnées par les intempéries. Le même nombre d'États utilise les stations ESS pour déterminer le besoin de mettre en place des restrictions temporaires aux

véhicules. Huit États pratiquent des vitesses maximales variables en fonction de la météo (17). Les responsables de la gestion de la circulation fournissent aux voyageurs des informations météorologiques par des panneaux à messages variables, des conseils routiers par le biais de la radio, des sites Internet, et le 511 – numéro national de téléphone d'information pour les voyageurs. Internet est le moyen le plus courant que les organismes responsables du transport utilisent pour diffuser des renseignements sur les conditions routières à la grandeur d'un État. Trente-sept organismes diffusent de l'information sur la météo au moyen de sites Internet et 35 le font au moyen de la ligne téléphonique 511 (1). Vingt-neuf États diffusent cette information sur des panneaux à messages variables, et 20 le font par des conseils routiers à la radio. Selon un sondage réalisé en 2006 sur les 108 plus grandes agglomérations métropolitaines du pays, on en comptait 49 où l'on utilisait la technologie DMS pour diffuser des avertissements météorologiques (18). Le DOT de l'État de Washington a un site Internet avancé qui inclut des affichages intégrés des conditions de météo et des chaussées.

L'information météorologique routière est plus importante pour les voyageurs que l'information sur les constructions, l'état de la circulation, les durées de trajet, les transports publics ou les accidents. Un sondage d'opinion publique a révélé que les conditions atmosphériques et les conditions de surface représentaient les éléments les plus fréquemment signalés comme étant importants pour un service 511. Quarante pour cent des personnes interrogées ont indiqué que les conditions atmosphériques et les conditions routières sont pour eux les plus cruciales (10). Une analyse des données montre que de 80 à 94 % des automobilistes qui utilisent les sites Internet de renseignements aux voyageurs croient que les informations sur la météorologie routière améliorent leur sécurité et les prépare, en cas de mauvaises conditions (18).



Information météorologique et température des chaussées du site Web du DOT de l'État de Washington



ÉTATS-UNIS

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

Depuis l'année 2000, le programme de gestion de la météorologie routière de la FHWA (www.fhwa.dot.gov/weather) a commandité la mise au point d'un guide pour les décideurs d'entretien des routes en hiver. Le prototype de l'outil, présenté comme un système de soutien aux décisions d'entretien (MDSS) a été créé par un consortium de laboratoires nationaux Étatsuniens avec des apports et des rétroinformations importants de nombreux DOT des États et de fournisseurs commerciaux d'informations météorologiques. Le prototype MDSS met à profit les sources de données existantes de météorologie routière, fusionne des données pour présenter des observations intégrées et des prévisions de météorologie routière, et fait des recommandations sur des stratégies de traitement des routes avec des conséquences anticipées en cas d'action ou d'inaction. Les recommandations de traitement sont basées sur les pratiques standards pour un entretien efficace des routes en hiver (comme la prévention du verglas, le déglacage, le déneigement, le sablage). Elles sont aussi adaptées aux procédures de l'organisme local. Le prototype MDSS a été testé sur le terrain au cours des hivers 2003 et 2004 dans l'État de l'Iowa. La FHWA a entretenu des relations avec des fournisseurs privés pour encourager l'intégration des modules du prototype dans leurs gammes de produits et favoriser le développement des applications adaptées aux besoins des DOT des États. Actuellement, des technologies du MDSS sont incorporées aux processus de génération de produits de plusieurs entreprises du secteur privé. (6)

En 2004, les technologies MDSS étaient suffisamment au point pour que des entreprises du secteur privé incorporent de leurs fonctionnalités dans leurs gammes de produits destinés à leurs clients des DOT des États. En 2007, 21 services de voirie d'État utilisaient ou développaient des outils MDSS. Treize États, à l'invitation du DOT du Dakota ont coopéré pour une étude à frais partagés pour mettre au point des outils MDSS basés sur le prototype fédéral, pendant que d'autres se sont procuré le logiciel ou ont octroyé des contrats à des fournisseurs privés pour se procurer des outils de soutien aux décisions d'entretien. En 2008, la FHWA a publié un guide de déploiement du système MDSS. (http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS//REPTS_TE/14439.htm). Entre 2007 et 2009, la FHWA a réalisé des évaluations des applications opérationnelles de MDSS,

faites par les États participant à l'étude à frais partagés, par le DOT du Maine, de même que la ville et le comté de Denver, Colorado (2).

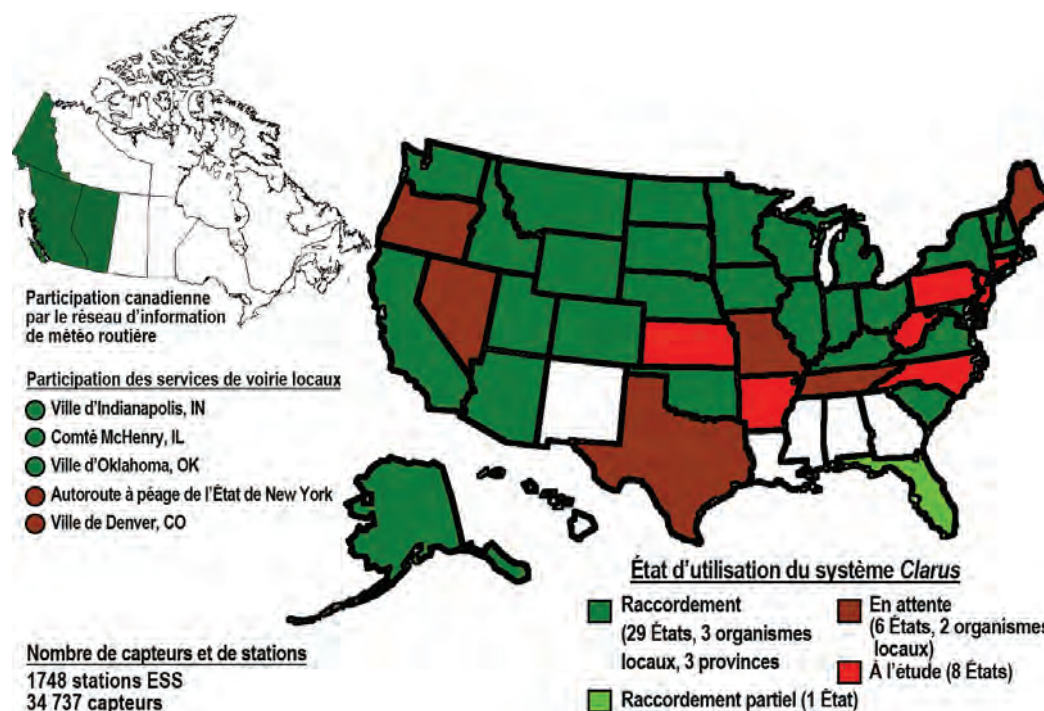
4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

Le programme de gestion de la météorologie routière de la FHWA a été mis en place en 1999, pour coordonner les programmes concernant la neige et la glace, entre les organismes fédéraux les instances d'État et les administrations locales. Le programme vise à mieux comprendre les impacts atmosphériques sur les routes, et à promouvoir des stratégies et des outils pour atténuer ces impacts. On envisage un système pouvant diffuser la météorologie routière n'importe quand, n'importe où, aux organismes exploitant des routes et aux usagers de la route, ainsi qu'un marché solide et compétitif pour des services de météorologie routière. Les objectifs de ce programme sont d'accroître les capacités d'observation, de faciliter la formation et la diffusion de l'information, de faire évoluer la pratique et de promouvoir une recherche coordonnée.

Fin 2004, la FHWA a entrepris une nouvelle initiative pluriannuelle appelée *Clarus* dans le cadre du programme de gestion de la météorologie routière. L'initiative *Clarus* avait pour objet de mettre au point et de faire la démonstration d'un système de gestion intégré des données d'observations pour le transport terrestre et d'établir un partenariat pour créer un système national d'observations et de prévisions météorologiques pour le transport terrestre (2). La vision de *Clarus* est de réduire l'impact du mauvais temps pour tous les usagers de la route et des transports en commun, comme pour les exploitants. La mise en place de *Clarus* a montré comment une approche intégrée à la gestion des données d'observation peut servir à corriger les déficiences des produits d'information météo. *Clarus* a permis aux services publics de mieux évaluer l'état de leurs opérations affectées par les phénomènes atmosphériques. Une telle connaissance s'avère critique pour l'évaluation de l'efficacité des activités d'entretien routier hivernal.

De 2004 à 2006, le DOT des États-Unis a élaboré une version évoluée du système de gestion des données *Clarus*, qui intègre toutes les observations ESS dans l'ensemble du pays et fournit des observations météorologiques dont la qualité a été vérifiée. On peut s'informer sur le système *Clarus*, à l'adresse www.clarus-system.com. Ce système est un produit expérimental utilisé à des fins d'évaluation et de démonstration. L'intégration des fonctionnalités du système *Clarus* dans le système opérationnel du NWS est prévue pour 2011 (16).

ÉTATS-UNIS



État d'utilisation du système Clarus par les organismes d'État et les organismes locaux et provinciaux

Le DOT des États-Unis a également démarré le programme IntelliDriveSM (www.intelldrivusa.org) pour mettre au point une infrastructure de communications dynamique permettant les communications entre les véhicules celle entre les véhicules et les installations de soutien, de manière à soutenir les applications relatives à la sécurité et à la mobilité. Les applications de sécurité donnent la priorité à l'évitement des collisions. Les applications de mobilité donnent accès à une meilleure information pour la gestion et l'entretien du système routier. Cela inclut le potentiel d'observer et de tirer des informations de la météo subie par le conducteur et des conditions de la chaussée. Plusieurs études sont prévues pour déterminer comment tirer le meilleur parti de la quantité potentiellement grande de données, au bénéfice de tous les utilisateurs de météorologie routière (16).

Dans le cadre du programme de gestion de la météorologie routière, la FHWA a également subventionné des recherches fondamentales sur la faisabilité d'utiliser les véhicules à titre de sources potentielles de données. La FHWA a donc installé des capteurs de la température de l'air sur le pare-choc avant de véhicules, près de la prise d'air du moteur, de même que sur le pare-choc arrière. Les premiers points étudiés étaient le facteur d'erreur en fonction de la vitesse du véhicule, la différence entre les lectures des capteurs mobiles et les capteurs fixes, l'importance de l'emplacement des capteurs, les caractéristiques thermiques de véhicules semblables et les effets des phénomènes externes sur les capteurs embarqués. Les chercheurs ont également procédé à une

étude de faisabilité pour explorer et évaluer l'intérêt de l'utilisation des données mesurées par les véhicules pour améliorer les observations météo et les prédictions des conditions de la chaussée, de même que les analyses et les prédictions des risques de la route (2).

Afin d'améliorer les capacités d'observation et de définir les exigences relatives aux systèmes d'observation de la météorologie routière, la FHWA a établi un lien entre le programme de gestion de la météorologie routière, le programme à frais partagés Aurora et le programme coopératif neige et glace de l'AASHTO, le but étant de mettre au point des lignes de conduites quant à l'implantation des stations ESS dans l'environnement routier. Le guide d'implantation des stations ESS et SMR, publié en avril 2005, fournissait un ensemble de recommandations pour favoriser un emplacement uniforme des stations de capteurs qui recueillent les informations sur les conditions de la chaussée et la météo pour le système SMR. En 2006, le programme de gestion de la météorologie routière a lancé un projet pour mettre en œuvre et évaluer les lignes directrices dans l'environnement réel, pour s'assurer que les recommandations étaient réalistes, que leur contenu était crédible, compréhensible et utile aux utilisateurs. Les résultats de cette étude ont servi à raffiner les lignes directrices. À mesure que les services de voirie poursuivent leurs investissements dans les technologies de captage SMR, en installant de nouvelles stations ou en ajoutant des capteurs aux stations existantes, les lignes directrices améliorées deviendront un outil précieux dans le choix des emplacements (2).



ÉTATS-UNIS

Le programme de gestion de la météorologie routière vise à favoriser une approche systématique au défi important que constitue la gestion de la circulation par temps défavorable. Les stratégies de gestion active de la circulation adaptée aux conditions de la météo voient les événements météorologiques et leurs impacts comme des facteurs prévisibles, mais non répétitifs, qui contribuent à la congestion des routes. En 2004, le programme a identifié les besoins de recherche pour faire progresser cette gestion active de la circulation en fonction de la météo et a commencé une étude pour examiner l'utilisation d'informations météorologiques dans les centres de gestion de la circulation.

Entre 2005 et 2006, le programme a permis de déterminer les impacts de diverses conditions météorologiques sur la circulation dans les grandes artères et les autoroutes. Les résultats de ces recherches empiriques sur la circulation par mauvais temps seront utilisés pour développer des directives pour les organismes de transport des États et incorporer les effets météorologiques dans les modèles de simulation de la circulation. En 2007, on a lancé, dans le cadre du programme, un projet d'analyse microscopique de la circulation par temps inclément. Ce projet concentre son attention sur la manière dont les phénomènes atmosphériques et les conditions de la chaussée qui en résultent modifient le comportement des conducteurs. Les résultats constitueront une méthodologie pour déterminer et modéliser les paramètres microscopiques de circulation qui sont influencés par le mauvais temps et mettre au point des procédures pour incorporer les conclusions dans les modèles de microsimulation de la circulation existants.

Le programme de gestion de la météorologie routière a également commandité un projet de recherche pour étudier comment on intègre les données de la météo dans le fonctionnement de 38 centres de gestion de la circulation. En général, on a observé très peu d'intégration de ces données dans le fonctionnement des centres. Il en est ressorti clairement qu'il était nécessaire de faire évoluer les pratiques et d'aider les organismes à surmonter les défis présentés par l'utilisation des données météo par les centres de gestion de la circulation. Afin de résoudre cette difficulté, la FHWA a démarré, dans le cadre du programme de gestion de la météorologie routière, un projet de guide d'autoévaluation pour aider les centres à déterminer leurs besoins en matière d'intégration des données de la météo et les aider à élaborer un plan pour satisfaire ces besoins. La FHWA travaille avec deux centres pour réaliser une autoévaluation à l'aide du guide et mettre au point un plan d'intégration des données météo.

5. Références

1. AASHTO, *511 Deployment Coalition*, www.deploy511.org/.
2. FHWA, Site Web du Road Weather Management Program, Office of Operations, www.ops.fhwa.dot.gov/weather/.
3. FHWA, *Highway Statistics Publications*, Office of Highway Policy Information, www.fhwa.dot.gov/policy/ohpi/hss/hsspubs.cfm.
4. FHWA, *Manual of Practice for an Effective Anti-Icing Program: A Guide for Highway Winter Maintenance Personnel*, no de la publication :FWHA-RD-95-202, juin 1996, www.fhwa.dot.gov/reports/mopeap/eapcov.htm.
5. Goodwin, L., *Weather-Related Crashes on U.S. Highways in 2001*, préparé pour la FHWA Road Weather Management Program par Mitretek Systems, décembre 2003.
6. National Center for Atmospheric Research (NCAR), Site Web du Maintenance Decision Support System (MDSS), Recherches sur des applications et des programmes, www.rap.ucar.edu/projects/rdwx_mdss/.
7. NCHRP, *Guidelines for Snow and Ice Control Materials and Methods*, Description for Project 6-13, Transportation Research Board, octobre 2004, www4.trb.org/trb/crp.nsf/0/02c3a2b01547add785256748005619f5?OpenDocument.
8. NCHRP, *Performance Measures for Snow and Ice Control Operations*, Énoncé du projet 6-17, Transportation Research Board, septembre 2004, www4.trb.org/trb/crp.nsf/e7bcd526f5af4a2c8525672f006245fa/e852202779bb7dd685256f100053441f?OpenDocument.
9. NOAA, *Local Climatological Data*, National Climatic Data Center, www.ncdc.noaa.gov.
10. OFCM, *Weather Information for Surface Transportation: National Needs Assessment*, Rapport, FCM-R18-2002, décembre 2002, www.ofcm.gov/wist_report/wist-report.htm.
11. OFCM, *3rd National Surface Transportation Weather Symposium Summary Report*, août 2007, www.ofcm.gov/wist/3NSTWSP-Summary-Report-Final.pdf.
12. Pletan, R. and Stapp, D., *Best Practices of Outsourcing Winter Maintenance Services*, www.sicop.net/Best_Practices.pdf.



ÉTATS-UNIS

13. Pisano, P., et al, *Surface Transportation Safety and Operations: The Impacts of Weather within the Context of Climate Change*, presented at the Potential Impacts of Climate Change on Transportation Workshop, octobre 2002, climate.volpe.dot.gov/workshop1002/pisano.pdf.
14. SICOP, *Automatic Vehicle Location (AVL) Applications to Winter Road Maintenance Operations*, décembre 2002, www.sicop.net/avl%20matrix.pdf.
15. Transportation Research Board, *Sixth International Symposium on Snow and Ice Control Technology*, Transportation Research Circular E-C063, juin 2004, <http://trb.org/publications/circulars/ec063.pdf>.
16. Transportation Research Board, *Surface Transportation Weather and Snow Removal and Ice Control Technology*, Transportation Research Circular Number E-C126, juin 2008, <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec126.pdf>.
17. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau Web Site, www.census.gov.
18. U.S. Department of Transportation, *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned: 2008 Update*, Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, septembre 2008, www.itsdocs.fwha.dot.gov/JPODOCS/REPTS_te/14412.HTM.





FINLANDE

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

La Finlande, située dans le nord de l'Europe, a une superficie de 338 419 km². Elle a pour voisins la Suède, la Norvège et la Russie.



Figure 1 – Situation de la Finlande

La Finlande est également délimitée par la mer Baltique. Elle compte 5,3 millions d'habitants, soit 15,66 habitants/km², dont la plupart (67 %) habitent dans des villes ou des agglomérations. Environ un million de Finlandais habitent dans la métropole d'Helsinki, la capitale.

1.2 Réseau routier et circulation

En raison de la grande superficie et de la population clairsemée de la Finlande, les routes y jouent un rôle important. La Finlande se trouve en bordure de l'Europe centrale. La plupart des exportations vers cette zone de marché importante, se font par la mer. Du point de vue de la compétitivité de l'industrie et du commerce, une bonne logistique et en particulier un bon fonctionnement du système routier interne sont d'une importance primordiale. Une proportion de 67 % des transports de marchandises se fait par la route.

Le réseau routier comprend 78 200 km de routes publiques, dont 50 800 km sont revêtus d'asphalte. Les autoroutes comptent pour 700 km. De plus, les rues et les voies incluses dans le plan d'aménagement couvrent 26 000 km et les routes privées environ 280 000 km.

Les véhicules de promenade parcourent sur le réseau routier public 30 milliards de km par an, les autocars et les camions 2,8 milliards de km. La circulation se fait à 67 % sur le réseau public.

La circulation routière pendant les six mois d'hiver représente environ 45 % du total annuel. Dans beaucoup de secteurs industriels et commerciaux, la part des transports effectués en hiver est supérieure à celle des transports effectués en été. La société, l'industrie et le commerce comptent sur la fiabilité de la circulation routière et des transports tout au long de l'année.

Superficie	Zones exposées à la neige	338 419 km ²
Population	Zones exposées à la neige	5,3 millions
Longueur du réseau	Routes publiques	78 200 km
	Rues et voies incluses dans le plan d'aménagement	26 000 km
	Routes privées	280 000 km
Latitude (capitale)		60° 19' N

FINLANDE

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des régions climatiques

La Finlande est située entre 60° et 70° de latitude Nord dans la zone côtière de l'Eurasie. La température moyenne est cependant en Finlande de plusieurs degrés supérieure à celle d'autres régions de latitude correspondante, par exemple en Sibérie et dans le sud du Groenland. La mer Baltique, les lacs et les rivières et également le Gulf Stream sont des facteurs d'élévation de la température en Finlande.

Les conditions climatiques varient d'une partie du pays à l'autre. Dans les zones côtières, où le climat est proche du climat maritime, le temps est en général assez doux, il varie rapidement ainsi que les conditions de conduite et les routes deviennent facilement glissantes. Dans les parties orientales et septentrionales du pays, le climat est semblable au climat continental et est nettement plus froid que sur la côte.

2.2 Statistiques météorologiques : températures et précipitations

Dans le sud de la Finlande, la température hivernale moyenne est d'environ -2 °C et dans le nord d'environ -8 °C (figure 2). Les précipitations liquides annuelles dans le sud de la Finlande varient de 600 à 700 mm. Dans le nord, les précipitations liquides sont en général inférieures à 600 mm.

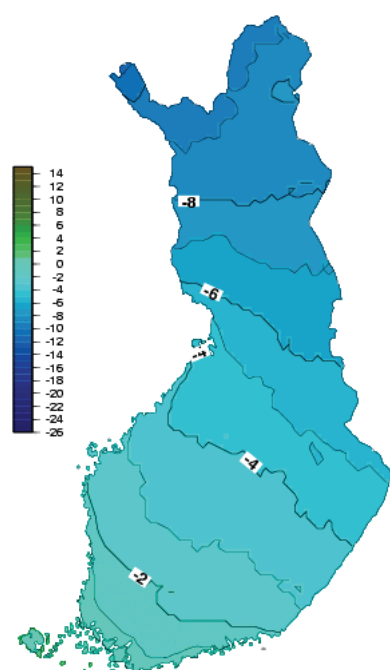


Figure 2 – Température hivernale moyenne (°C) 1971-2000

La neige qui se maintient arrive généralement vers octobre ou novembre dans le nord et en décembre dans le sud du pays. La quantité de neige moyenne à long terme exprimée en millimètres d'eau varie de 120 à 220 mm dans les différentes parties du pays (figure 3). Les chutes de neige s'échelonnent durant tout l'hiver. Il tombe en général moins de 10 mm à la fois.

Il y a un climat côtier dans les régions sud et ouest de la Finlande et plus continental à l'est et au nord. La mer Baltique et spécialement le Gulf Stream donnent un climat plus chaud. Les conditions météo peuvent changer rapidement en période hivernale.

La prévention de la formation de glace est une préoccupation importante dans la zone côtière, alors que c'est l'enlèvement de la neige, dans les parties est et nord de la Finlande.

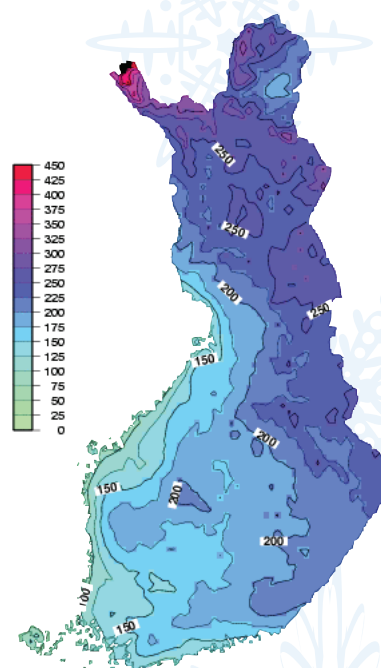


Figure 3 – Chutes de neige annuelles moyennes (mm) 1971-2000

2.3 Indices hivernaux

Aucun indice basé uniquement sur les conditions météorologiques pour décrire la rigueur de l'hiver n'existe actuellement en Finlande. Cette dernière travaille toutefois à établir un indice météorologique, mais n'en a pas encore trouvé un qui soit pratique. L'administration des routes de la Finlande (Finnra) achète les services d'entretien routier et voit à niveler la rigueur de l'hiver sur l'établissement des prix, entre le gestionnaire de réseau et les entrepreneurs.



FINLANDE

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

La Finnra est l'organisme public chargé de l'entretien du réseau national des routes publiques. L'entretien des rues des villes et des municipalités est du ressort de celles-ci. L'entretien du réseau routier privé est du ressort des propriétaires fonciers qui habitent le long des voies de ce réseau.

La politique d'entretien hivernal est établie sur les lois de la circulation relatives aux pneus d'hiver et, principalement, des pneus cloutés, de même que sur la possibilité d'utiliser du sel pour combattre la glissance. Les pneus d'hiver sont obligatoires du 1^{er} décembre à la fin de février et l'on permet l'utilisation des pneus cloutés, du 1^{er} novembre au 31 mars.

Classement des routes

Le réseau routier est réparti en cinq catégories d'entretien principales (Is, I, Ib, II, III). De plus, dans les agglomérations, la catégorie d'agglomération Tib, correspondant à Ib, peut être utilisée. Les voies piétonnières et les pistes cyclables sont réparties en deux catégories (K1, K2).

Le niveau de service et les normes de qualité de chaque catégorie sont différents. Le trafic routier, son volume et le climat de la région déterminent le niveau de service. Toutefois, les conditions locales, le caractère et la composition de la circulation, la limitation de vitesse et la garantie d'une qualité égale à celle du réseau urbain sont aussi pris en considération.

La plupart des routes principales appartiennent aux catégories d'entretien Is, I et Ib. Les routes des catégories Is et I sont maintenues entièrement dégagées de neige et de glace pendant presque toute la durée de l'hiver. Le salage y est la méthode de déglacage principale. Les routes de la catégorie Ib utilisent moins de sel et leurs conditions sont ainsi plus hivernales que celles des routes des catégories Is et I, mais le niveau d'entretien est tout de même élevé. Les catégories d'entretien II et III sont utilisées pour les routes à faible trafic. Le sel n'est pratiquement pas employé pour leur entretien. Le sable y est par contre utilisé comme antidérapant.

Normes de qualité

Le coefficient de friction est considéré en Finlande comme le facteur le plus important pour évaluer le niveau de déglacage, car une certaine quantité de neige et de glace est également admise sur les routes principales. Dans beaucoup d'endroits, la densité de la circulation est trop faible pour que les routes restent dégagées de glace par le salage. Le coefficient de friction est mesuré au moyen du dispositif C-Trip, facile à utiliser et peu coûteux, mais pas très précis. Sa gamme de mesure n'est pas très étendue.

Tableau 1 Corrélation entre le coefficient de friction et les conditions de circulation. Le coefficient de friction a été mesuré au moyen du C-Trip

Coefficient de friction	0,00-0,14	0,15-0,19	0,20-0,24
Description de la surface de la route	Mauvaises conditions de circulation Glace mouillée très glissante	verglas glissante	neige tassée compacte Conditions hivernales satisfaisantes
	0,25-0,29	0,30-0,44	0,45-1,00
	neige et glace tassées fermes	dégagée et mouillée	dégagée et mouillée
	Bonnes conditions hivernales	non glissante	non glissante

Les principales exigences de qualité et les délais d'intervention pour l'entretien des routes en hiver sont décrits dans les tableaux suivants.

Tableau 2 Normes de qualité pour le déglacage

Catégorie d'entretien hivernal	Is	I	Ib
Normal	0,30	0,28	0,25
Exigences de friction	Surface de la route inf. à -6 °C 0,25	Surface de la route inf. à -4 °C 0,25	Sablage ponctuel 0,25 sablage continu 0,22
Délai d'intervention	2 h	2 h	sel 3 h sable 4 h

Catégorie d'entretien hivernal	II	III	K1	K2
Normal	Surface striée et zones dangereuses sablées	Surface striée et zones dangereuses sablées	Selon les besoins de la circulation	
Exigences de friction	Sablage continu de la neige compacte et glacée	Sablage continu de la neige compacte et glacée		
Délai d'intervention	6 h Sablage continu	8 h Sablage continu	2 h	

FINLANDE

Tableau 3 - Exigences de qualité pour le déneigement

Catégorie d'entretien en hiver	Is	I	Ib
Épaisseur max. de neige durant la chute	4 cm	4 cm	4 cm (8 cm, nuit)
Délai de déblaiement après chute de neige	2,5 h (neige fondante 2 h)	3 h (neige fondante 2,5 h)	3 h
Si la chute de neige s'arrête après 22 h	Dégagée pendant la durée du cycle		

II	III	K1	K2
8 cm	10 cm	3 cm	4 cm
4 h	6 h	3 h	4 h
		Dégagée avant 6 h	Dégagée avant 7 h

L'épaisseur maximale de la neige fondante est la moitié de l'épaisseur maximale de la neige.

Tableau 4 - Exigences de qualité pour la régularité de la chaussée

Catégorie d'entretien en hiver	Is	I	Ib	II	III	K1 K2
La plus grande irrégularité admise	-	1 cm	1,5 cm (Tlb 3 cm)	2 cm	2 cm	2 cm si déran- geante

Entretien sur mesure

Si besoin est, le délai d'intervention ou la qualité de l'entretien en hiver peuvent être modifiés sur certaines sections de routes, sans changer la catégorie d'entretien de la route en question. Cet entretien ciblé est destiné à améliorer le service rendu aux usagers des routes, en considération de leurs besoins particuliers.

Exigences concernant les matériaux et les équipements

L'entretien des routes en hiver est commandé à des entrepreneurs selon le principe de la responsabilité pour la qualité. L'entrepreneur sera ainsi responsable du choix des méthodes et des dispositifs utilisés. En ce qui concerne les équipements, le maître d'œuvre exige seulement que ceux-ci soient sûrs, faciles à remarquer par les usagers des routes et appropriés à leur usage.

Les fondants utilisés doivent avoir reçu l'approbation du propriétaire. On ne permet que le sel humidifié ou la saumure pour corriger la glissance. Le chlorure de calcium n'est pas recommandé, mais on permet de l'utiliser en petites quantités pour humidifier le sel ou fondre la glace noire. On utilise aussi du formiate de potassium dans les zones où il faut protéger l'aquifère, parce que ce produit est réputé se dégrader avant d'atteindre la nappe phréatique et qu'il n'est pas plus corrosif que le chlorure de sodium. La taille des particules d'abrasifs doit se situer entre 6 et 8 mm.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal des routes

Organisation

En 2001, l'Administration nationale des routes finlandaises a été scindée en 2 organismes : l'Administration des routes finlandaises (Finnra) – le maître d'œuvre – et l'Entreprise de voirie finlandaise qui est chargée, parmi d'autres entrepreneurs, de l'entretien et de la construction des routes et qui fournit également des services d'ingénierie. Au début de 2008, l'Entreprise de voirie finlandaise a été renommée Destia. En 2010, l'Administration des routes finlandaises (Finnra) sera fusionnée avec l'Administration des chemins de fer et une nouvelle entité sera créée sous le nom d'Administration du transport.

La Finnra achète des services d'entretien, estival comme hivernal, sous la forme de contrats régionaux conclus avec des entreprises privées. Les entreprises sont choisies au terme d'un processus compétitif basé sur la qualité et les prix.

La Finlande est divisée en neuf districts routiers qui ont la responsabilité de gérer l'entretien du réseau routier de leur district, sous la direction de l'administration routière centrale. On compte 82 contrats régionaux, ce qui se traduit en 7 à 11 contrats par district. Chaque contrat régional comprend l'entretien d'un réseau routier de 500 à 2000 km et s'étend sur une période de 5 à 7 ans. Certains contrats comportent une option qui permet la prolongation du contrat de deux ans, par entente entre les parties. Le prix pour les années de prolongation sera le même que celui de la dernière année du contrat.

La détermination des niveaux de service est du ressort de la FINNRA. Les opinions et les souhaits des usagers des routes sont également, dans la mesure du possible, pris en considération dans la définition des niveaux de service. Les opinions des usagers des routes sur la réussite de l'entretien des routes durant l'hiver précédent sont examinées chaque printemps dans une étude concernant les usagers des routes. L'administration routière reçoit également des commentaires directs des usagers des routes.

FINLANDE

Gestion opérationnelle

L'entrepreneur assume l'entière responsabilité de l'entretien du réseau routier inclus dans son contrat. Il est donc chargé de diriger le travail, d'effectuer les opérations d'entretien, d'assurer la qualité et de faire les acquisitions nécessaires.

L'entrepreneur planifie les opérations à effectuer sur le réseau routier et, en observant les conditions météorologiques et l'état du réseau routier, s'assure que les opérations d'entretien sont exécutées à temps pour satisfaire aux exigences de qualité. L'entrepreneur prend également en charge l'acquisition du matériel et des matériaux, de même que l'embauche du personnel nécessaire pour effectuer les opérations. Il peut utiliser les services de sous-traitants. L'entrepreneur doit présenter au maître d'œuvre, avant la signature du contrat, son plan des opérations et d'assurance de la qualité.

Les opérations les plus importantes pour maintenir le réseau routier dans l'état prescrit en hiver sont le déblaiement de la neige, le déglacage et le maintien de la régularité de la chaussée. L'entrepreneur doit de plus assurer la propreté des panneaux de signalisation et procéder à la diminution de la hauteur des congères. L'entrepreneur doit aussi se tenir en contact avec les entrepreneurs des zones avoisinantes pour éviter les différences de qualité aux limites des zones de contrats différents.

Collecte d'informations sur le réseau routier

Diverses informations sur l'état actuel et futur des conditions météorologiques sont nécessaires pour assurer un bon calendrier des opérations d'entretien hivernal. L'administration routière finlandaise possède à cet effet des systèmes de stations météorologiques routières et de caméras météorologiques. Elle commande également différents rapports météorologiques ainsi que des images fournies par satellite et par radar à des fournisseurs externes. Le fournisseur de données météorologiques est choisi par appel d'offres. Les données météorologiques produites et commandées par l'administration routière finlandaise sont à la disposition des entrepreneurs régionaux. S'ils le désirent, les entrepreneurs peuvent compléter l'information météorologique fournie par l'administration routière en commandant des services supplémentaires à leurs propres frais.

Le réseau de stations météorologiques routières de l'administration routière finlandaise comprend plus de 350 stations. Celles-ci collectent des informations sur les facteurs influant les conditions météo et les conditions de conduite comme la température de l'air et celle de la surface de la route, la force du vent et le taux d'humidité de la surface de la route. L'information sur les conditions de chaussée est obtenue à l'aide de petits capteurs placés à la surface de la chaussée. De plus, la Finnra utilise des capteurs optiques qui peuvent mesurer le coefficient de friction (0 à 1) à distance. Ces capteurs sont intégrés dans 90 stations météorologiques ordinaires. En hiver, les données météorologiques routières sont mises à jour au moins trois fois par heure. Elles le sont plus souvent lorsque la température descend près du point de congélation, car les conditions sont alors les plus difficiles pour les automobilistes comme pour l'entrepreneur chargé de l'entretien des routes. Durant les mois d'été, les informations sont mises à jour approximativement une fois par heure. L'emplacement des stations météorologiques routières sur le réseau routier est indiqué dans la figure 4.

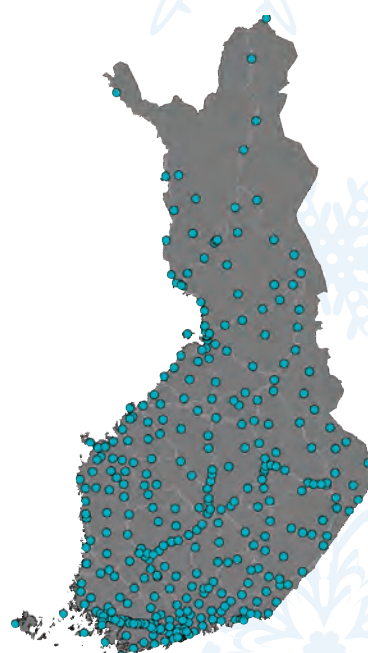


Figure 4 – Emplacement des stations météorologiques routières

Le réseau de caméras météorologiques de l'administration routière finlandaise comprend environ 375 caméras. Le réseau est réparti régulièrement et couvre toutes les routes publiques de Finlande. En automne et en hiver, toutes les caméras sont en fonction. Les photos de ces caméras météorologiques sont mises à jour à des intervalles de 15 à 90 minutes, plus souvent par mauvais temps et moins souvent par beau temps. L'emplacement de ces caméras sur le réseau routier est indiqué sur la figure 5.

FINLANDE

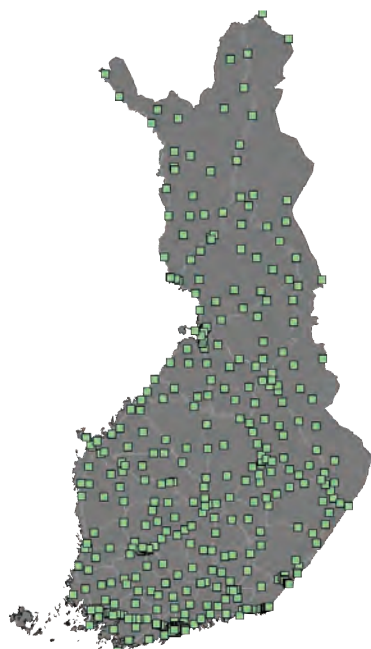


Figure 5 – Emplacement des caméras météorologiques

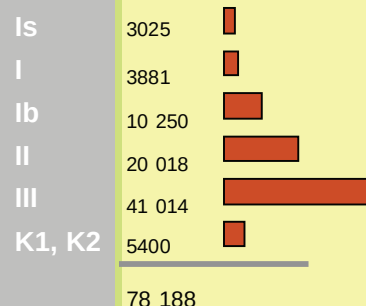
3.3 Évaluation des opérations d'entretien hivernal

Coûts

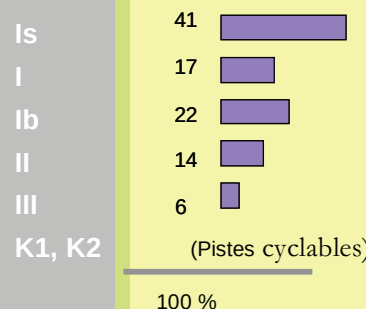
En raison de la longueur du réseau et du trafic plutôt modeste, l'entretien à longueur d'année assurant la viabilité du réseau, se traduit par un rapport coût-efficacité plutôt faible. Toutefois, les coûts ont été maintenus à un niveau stable, en raison du processus d'appels d'offres concurrentiel. Les coûts de l'entretien hivernal du réseau routier entretenu par la Finnra (78 200 km) est d'environ 93 millions d'euros, soit environ 1 000 euros au kilomètre.

L'administration routière finlandaise considère comme un défi plus exigeant l'entretien hivernal des routes appartenant aux niveaux de service plus bas, souvent la catégorie III, car les usagers sont souvent insatisfaits de l'entretien offert. Le nombre de routes où l'entretien est réduit est considérablement supérieur à celui des routes principales, mais on n'y relève qu'une petite partie de la circulation. La circulation quotidienne moyenne sur ces routes est souvent de quelques centaines de véhicules seulement, alors qu'on peut compter des milliers, voire des dizaines de milliers de véhicules par jour sur les routes principales. C'est pourquoi il est plus efficace d'investir dans l'entretien des routes principales, par exemple si l'on considère la sécurité routière. En raison du grand nombre de routes où l'entretien est réduit, même une petite augmentation du niveau de la qualité se traduirait par une augmentation considérable des coûts. Le kilométrage des routes, le trafic et le coût de l'entretien hivernal dans les différentes catégories d'entretien sont indiqués dans la figure 6.

Longueur de la route en km



Trafic (%)



Coûts (000 €) Condition

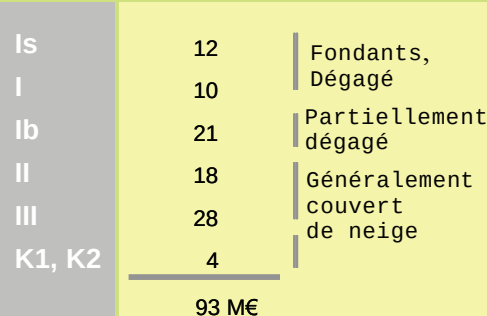


Figure 6 – Longueur des routes, trafic et coûts de l'entretien hivernal pour différentes classes de routes

Consommation de sel

Le principal impact négatif de l'entretien hivernal sur l'environnement est l'utilisation de sel de déglacage qui nuit à la qualité de l'eau souterraine. Le sel est utilisé en particulier dans les régions côtières du sud et de l'ouest de la Finlande où les conditions atmosphériques varient souvent rapidement et où le trafic est dense. Dans certaines régions du nord de la Finlande, le faible trafic et les conditions atmosphériques plus froides et plus stables rendent le salage inutile.

On cherche à réduire les effets nocifs de l'utilisation de sel de plusieurs manières. Selon la politique d'entretien hivernal de la Finnra, on utilise très peu de sel dans les régions où il pourrait s'infiltrer dans les eaux souterraines ou on utilise du formiate de potassium.



FINLANDE

En raison d'un taux de perte élevé, il est interdit d'utiliser le sel sec comme déglaçant. Le sel est répandu soit en solution, soit à l'état humide. Les routes appartenant aux catégories Is et I sont tenues déglacées tout l'hiver. La formation de glace étant empêchée à l'avance, une moins grande quantité de sel est nécessaire que pour déglacer une couche de glace déjà formée.

Pour limiter l'utilisation du sel, l'administration routière finlandaise détermine chaque année, pour chaque contrat régional, une quantité de sel admise en se basant sur les quantités de sel utilisées les années précédentes. De plus, des règles particulières sont édictées pour l'utilisation de sel dans les régions où il pourrait s'infiltrer dans les eaux souterraines. Si l'entrepreneur dépasse la quantité de sel prévue dans le contrat, il encourt une amende. Si l'entrepreneur en revanche emploie moins de sel que la quantité prévue dans le contrat, il reçoit une prime. La quantité de sel admise est toutefois augmentée durant les hivers beaucoup moins froids que la moyenne.

L'entrepreneur est tenu de stocker le sel dans des entrepôts protégés et reliés à l'égout pour éviter la nuisance éventuelle causée à la nappe phréatique et à l'environnement.

Suivi et évaluation du travail

L'entrepreneur est tenu d'assurer et de prouver que la qualité de son travail est conforme à son plan de qualité. Les rapports doivent couvrir les mesures prises, de même que les dérogations. Les rapports sur les mesures prises sont établis dans le cadre d'un suivi dit transversal où l'entrepreneur signale toutes les mesures qu'il a prises aux points de contrôle prévus à l'avance et leurs dates. L'entrepreneur est tenu de rédiger un rapport séparé sur les dérogations chaque fois que les exigences de qualité ne sont pas remplies sur une section du réseau routier. Le maître d'œuvre exige que l'entrepreneur tienne un journal de chantier dans lequel sont inscrites toutes les opérations effectuées, les mesures d'assurance de la qualité et les observations.

Le maître d'œuvre suit l'efficacité des mesures d'assurance de qualité effectuée par l'entrepreneur et procède à des contrôles occasionnels effectués au hasard qui permettent d'assurer que le travail est effectué conformément au contrat. Si le maître d'œuvre remarque que les exigences de qualité n'ont pas été respectées, l'entrepreneur reçoit un avertissement ou une amende.

L'entrepreneur est payé mensuellement pour le travail qu'il effectue.

3.4 Sécurité et informations routières

Les informations sur la circulation et les conditions routières améliorent la sécurité et la fluidité de la circulation et réduisent les dommages et les nuisances pour les usagers des routes et l'environnement. L'administration routière finlandaise dispose d'un centre d'informations routières qui transmet aux usagers des routes des informations à jour sur la circulation et les conditions météo ainsi que sur les perturbations de la circulation, comme les accidents.

Le centre d'information routière annonce des conditions de la circulation principalement par l'intermédiaire des médias, à savoir la radio, la télévision et Internet. Les photos prises par quelque 400 caméras météorologiques de l'administration routière finlandaise et les informations collectées par ses stations météorologiques peuvent être consultées dans le site Internet de l'administration routière. Les usagers peuvent aussi rapporter tout incident dont ils sont témoins grâce au numéro de téléphone mis à leur disposition par le centre d'informations sur la circulation. Les automobilistes sont aussi conseillés à l'aide de panneaux à messages variables pour le choix de l'itinéraire le plus court possible tout en ayant le niveau de service le plus élevé possible pendant toute la durée du trajet.

Des limitations variables de la vitesse sont établies sur plus de 300 kilomètres de routes nationales importantes à deux voies et d'autoroutes. Les conditions de la chaussée et les conditions atmosphériques sont suivies en temps réel sur ces sections de route et ils influent sur les limitations de vitesse. Des limitations variables de la vitesse sont également établies à des endroits où le risque d'accident est particulièrement grand ainsi que lorsque les automobilistes doivent être informés de la tenue de travaux d'entretien des réseaux pouvant perturber la circulation ou d'autres circonstances relatives à la circulation. La vitesse est en général limitée dans ces endroits pour une courte durée. Le système peut être complété par des panneaux d'information et des panneaux variables indiquant un danger, par exemple en cas de mauvais temps ou de perturbation de la circulation.

Le centre d'informations routières utilise les stations météorologiques et les caméras météorologiques ainsi que le système automatique de calcul du trafic pour collecter les informations nécessaires pour informer sur la circulation et la diriger. Ce système comprend 290 dispositifs de calcul du trafic munis de capteurs encastrés dans la route et de systèmes de transfert, d'enregistrement et d'impression des données. Il permet de connaître les volumes de circulation, les vitesses moyennes et les durées de parcours sur des sections de route particulières.



FINLANDE

Ces informations sont utilisées non seulement pour suivre la circulation et pour en fournir des informations, mais également pour planifier l'entretien des routes. Les données détaillées sur les volumes de la circulation à différents moments permettent, par exemple, d'effectuer l'entretien quotidien des routes d'une manière plus adéquate et plus économique. Le système fournit, pour les besoins des études sur la sécurité routière, des informations sur la répartition de la circulation selon les circonstances ainsi que sur l'effet de différents facteurs sur les vitesses de conduite et les intervalles entre les véhicules. En combinant les données sur la circulation avec les données obtenues à l'aide du système d'informations météorologiques, on peut étudier la variation du risque d'accident selon les conditions atmosphériques et la densité de la circulation ou, par exemple, l'impact des limitations de vitesse sur les vitesses de conduite.

Le centre d'information routière reçoit des informations à jour sur l'état du réseau routier de la police, des centres d'appel d'urgence, des services de dépannage, des entrepreneurs régionaux, etc., ainsi que des usagers des routes appelant le numéro du centre d'information routière.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Mise en place d'une prime pour la satisfaction des clients

L'administration routière finlandaise recherche activement des moyens d'améliorer le service fourni aux usagers des routes. Elle s'est efforcée de trouver des moyens permettant d'améliorer ce service sans augmentation considérable des coûts. Pour ce faire, elle a tenté d'améliorer ses propres pratiques d'approvisionnement et les activités des entrepreneurs pour que les besoins locaux des usagers des routes soient mieux pris en considération.

Dans le but de motiver les entrepreneurs à offrir un meilleur service, la Finnra a créé une prime payable à l'entrepreneur en fonction du degré de satisfaction des usagers. L'administration routière finlandaise a lancé au printemps 2004 un projet de recherche-développement visant à définir une prime de satisfaction des clients. Cette prime a été mise à l'essai simultanément dans cinq contrats régionaux débutant en 2004.

L'objectif de l'étude était d'améliorer le service fourni aux usagers en mettant sur pied un système de prime à la satisfaction des usagers pour encourager les entrepreneurs à prendre l'aspect de la satisfaction des usagers sérieusement en compte. L'étude s'est terminée en octobre 2004.

La prime basée sur la satisfaction des usagers est en vigueur depuis 2004, sous des formes légèrement différentes. La prime à la satisfaction des usagers est disponible sur une base annuelle. L'importance de la prime dépend de 6 facteurs d'évaluation dont 4 sont reliés à la satisfaction des usagers, un est lié au succès de l'entretien hivernal et le dernier, au succès de l'entretien hivernal, ces derniers facteurs étant évalués par le client. Cette évaluation faite par le client est établie sur les rapports de l'entrepreneur en relation avec les mesures mises en place. La prime est payée annuellement et elle correspond à un montant entre 0 et 1,6 % de la valeur annuelle du contrat.

Le système de prime n'a pas vraiment donné les résultats espérés. La satisfaction des usagers dépend beaucoup plus des conditions météorologiques que des actions de l'entrepreneur. Toutefois, le système de primes est une manière efficace de faire comprendre aux entrepreneurs que les usagers sont aussi leurs clients.

5. Références

Informations générales sur la situation géographique de la Finlande, sa population, ses conditions atmosphériques, etc. :

<http://virtual.finland.fi/>

Site Internet de l'Administration routière finlandaise (Tientretien hivernalallinto) :

www.tientretien.hivernalallinto.fi/eindex.htm

Voyages et informations sur la circulation :

www.tientretien.hivernalallinto.fi/alk/english/

Informations sur le centre d'informations routières de l'Administration routière :

www.tientretien.hivernalallinto.fi/alk/english/info/likesk_e.htm



FRANCE

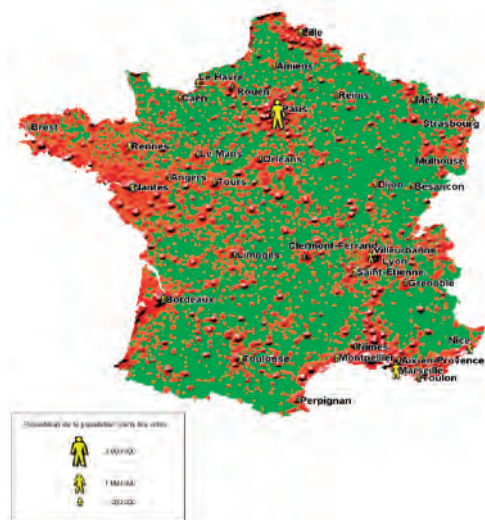
Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

La France est un pays de taille moyenne sur la façade atlantique, dont la population de 64 millions d'habitants est répartie de façon plutôt inégale.

Superficie	551 000 km ²
Population	64 millions
Densité	116,15 par km ²
Capitale	Paris
Latitude (capitale)	48,8 N



La géographie est très diversifiée tout comme le climat ce qui fait de la France une destination touristique privilégiée, outre cette activité d'un poids économique très important, les secteurs industriels et agricoles restent très actifs. L'organisation administrative et l'histoire du pays font que la France a un réseau routier dense.

1.2 Réseau routier et trafic

L'ensemble du réseau routier français représente environ 1 million de kilomètres. L'État exploite 2 % du réseau soit 20 000 km de routes nationales et d'autoroutes concédées. Les services de l'État sont répartis en 11 DIR (directions interdépartementales des routes) qui gèrent 9 000 kilomètres de routes nationales et 2 800 kilomètres d'autoroutes. Les sociétés d'autoroutes concédées gèrent 8 400 kilomètres de réseau. Les conseils généraux gèrent 380 000 kilomètres de routes départementales.

Les communes gèrent 600 000 kilomètres de voies communales. Le nombre de véhicules privés est environ de 26 800 000 et 5 500 000 véhicules utilitaires.



Réseau des DIR

FRANCE



Réseau autoroutier concédé

2. Climat

2.1 Vue d'ensemble des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser

La France comprend 5 zones principales :

Climat méditerranéen

Les températures sont douces en hiver (7 à 9 °C en moyenne en janvier), mais elles chutent parfois brutalement en raison de l'effet du vent. Il y a entre 20 et 30 jours de gel par an en plaine et souvent moins en bord de mer. Les chutes de neige sont rares et la population n'y est pas habituée, il pleut entre : 700 et 800 millimètres par an durant 70 à 80 jours.

Climat océanique dans l'ouest de la France

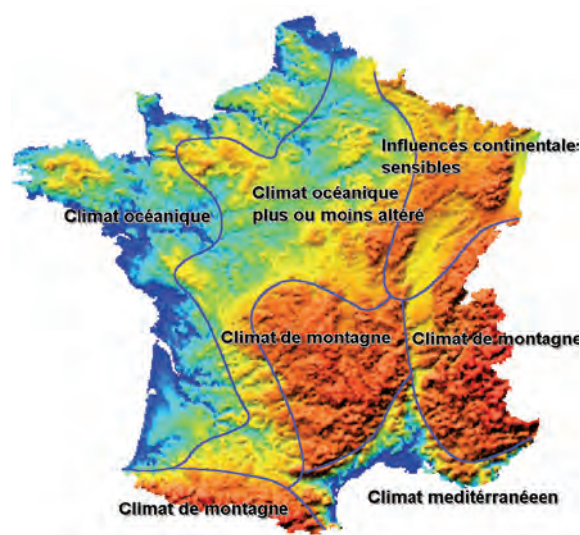
La pluie est fréquente, mais peu intense (entre 150 et 180 jours par an), l'humidité est importante et les températures douces.

Climat océanique dégradé

Il y a moins de précipitations, les hivers sont plus froids et il y a plus de jours de gel.

Climat continental : Du nord à l'est. Sec et rude en hiver avec des chutes de neige.

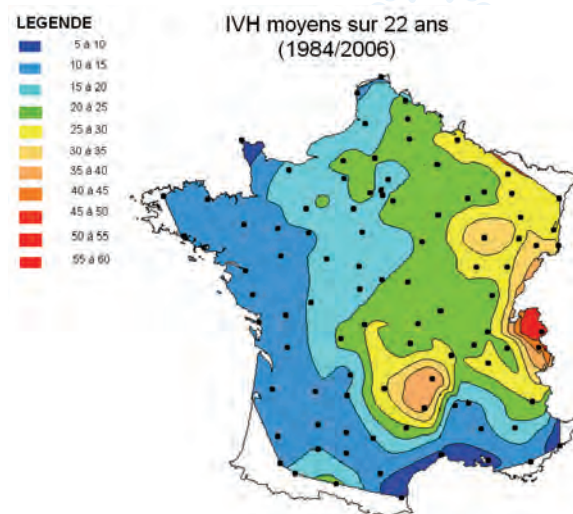
Climat de montagne : (Vosges, Jura, Alpes, Pyrénées). En raison de l'altitude : les températures sont plus basses et les précipitations plus nombreuses (neige).



Climat	T°C	Précipitations		
	Janvier	Quantité annuelle (mm)	Nbre de jours	Jours de gel
Méditerranéen	7 à 9 °C	700 à 800	70 à 80	20 à 30
Océanique	5 à 7 °C	700 à 900	150 à 180	15 à 45
Océanique dégradé	2 à 5 °C	600 à 700	140 à 160	40 à 60
Continental	-1 à 1 °C	700 à 900	150 à 170	70 à 90
Montagne	-1 à 4 °C	1000 à 1500	170 à 180	70 à 90

2.2 Indice hivernal utilisé dans le pays.

Un index hivernal a été développé à partir des données météo. Il est calculé pour un hiver entier et permet de le caractériser.





FRANCE

3. Gestion des routes en hiver

3.1 Normes et réglementation

En France il n'y a **aucune obligation légale** de faire de la viabilité hivernale (VH). Des documents réalisés et diffusés par le MEEDDAT (ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire) définissent des règles générales. Les autres maîtrises d'ouvrage (sociétés d'autoroute, conseils généraux) s'inspirent des règles définies sur les routes nationales pour leurs niveaux de service ou possèdent un cahier des charges particulier. Il existe des documents d'organisation de la VH (Dossier d'organisation de la viabilité hivernale (DOVH) et Plan d'exploitation de la viabilité hivernale (PEVH) – SETRA 1994, SETRA 2009 guide méthodologique d'approche globale).

Avec ces documents (circulaire, DOVH département, PEVH local), on définit les niveaux de service en fonction de la rigueur de l'hiver et du type de réseau. Le dossier d'organisation de la viabilité hivernale est une forme de contrat entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre. Il permet d'informer les différents partenaires sur les objectifs, les limites et les mesures prises. Il détaille l'organisation et les actions à mener dans chaque situation. L'objectif est aussi d'assurer une cohérence entre les gestionnaires. Les situations météorologiques limites sont définies. Le DOVH fixe les mesures concernant l'information routière.

La condition de conduite hivernale que l'utilisateur peut rencontrer du seul fait de l'état de la chaussée par rapport à la présence de neige ou de verglas constitue la base d'un langage commun. Les Conditions de conduite (Ci) sont utilisées pour bâtir les niveaux de service et l'information routière hivernale.

Condition de conduite hivernale	Figuration	Intitulé / code couleur	Perception du danger	Probabilité d'un blocage
C1		Normale (vert)	Sans objet	Sans objet
C2		Délicate (orange)	Faible (présence de verglas peu perceptible, neige localisée)	Faible, possible en pente ou rampe supérieure à 3%
C3		Difficile (rouge)	Aisée pour la neige Faible pour le verglas	Forte
C4		Impossible (noir)	Évidente	Blocage effectif

Verglas		
États de chaussée (EC)	Terminologie de la norme 99-320	Terminologie opérationnelle
EC1	État sec, État humide transitoire, État humide État mouillé État ruisselant	Absence
EC2a	État blanc gelé, État givré, État verglacé, État glacé	Formations localisées en faible épaisseur (par congélation d'humidité existante ou condensation) ou plaques de glace
EC2b	en formations localisées ou en faible épaisseur	
EC3	État givré, État verglacé généralisé par congélation de gouttelettes surfondues ou congélation d'eau préexistante	Formations généralisées par congélation d'humidité existante
EC4	État verglacé généralisé à la suite de précipitation sur revêtement à T °C négative ou précipitation surfondues	Formations généralisées à la suite des pluies verglaçantes

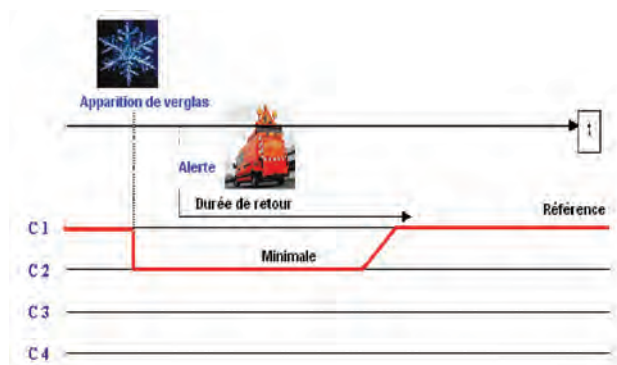
État de la chaussée exemple du verglas

États de chaussée (données indicatives, à préciser et adapter)			Condition de conduite hivernale	Code couleur
Verglas	Neige sans pente ni rampe	Neige avec pente ou rampe > à 3 %		
EC1	EC1	EC1	C1	Vert
EC2	EC2a	EC2a	C2	Orange
	EC2b			
EC3	EC3	EC2b	C3	Rouge
		EC3		
EC4	EC4	EC4	C4	Noir

Lien entre état de la chaussée et condition de conduite hivernale.

FRANCE

Le principe des niveaux du service est le suivant. En hiver une route a une condition de référence compatible avec son trafic et son implantation géographique. Pendant un événement météo, la condition de circulation deviendra inférieure à la condition de référence. À la fin du phénomène météo, le service doit restituer la condition de référence en un temps donné. Cette durée de retour à la condition de référence est un indicateur de qualité. Pour le verglas, il commence à partir de l'alerte, pour la neige à partir de la fin de la chute.



Évolution des conditions de conduite en situation de verglas.

Quatre durées de retour ont été définies :

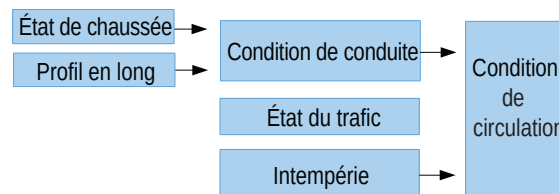
- durée courte : 1 à 2 heures;
- durée moyenne : 3 à 5 heures;
- longue durée : plus de 6 heures;
- durée non définie.

L'objectif de qualité défini s'appelle niveau de service Ni. Ce choix est défini par les différents maîtres d'ouvrage.

Niveaux			Ni	Nii	
				Modalité 1	Modalité 2
Périodes de validité					
Condition de référence					
Situations de verglas	sans précipitation	Condition minimale			
		Durée de retour			
	avec précipitation	Condition minimale			
		Durée de retour			
Situations de neige		Condition minimale			
		Durée de retour			

Cadre type pour la définition des niveaux de service

Une condition de conduite hivernale n'est que l'une des composantes possibles d'une condition de circulation.



3.2 Organisation et interventions

Normes concernant le personnel

La directive européenne de 1993 est transcrite au travers de différents textes pour la viabilité hivernale. Le principe est le suivant. Pour chaque zone climatique homogène, une situation courante est définie dans le DOVH, elle prend en compte les cas d'intervention moyens pour ce type de situation. Dans ce cas, la directive européenne s'applique. Dans le cas d'une situation non courante et imprévisible, les dérogations prévues s'appliquent : la période du repos peut être de plus de 9 h (au lieu de 11 h), la durée de travail peut être de 60 h (à la place 48 h par semaine), il peut y avoir un repos hebdomadaire consécutif de 24 h chaque semaine (au lieu de 36 h). À la fin de chaque situation exceptionnelle, il doit y avoir un repos.

Normes sur les équipements

Des normes sur les équipements et le matériel de viabilité hivernale ont été rédigées.

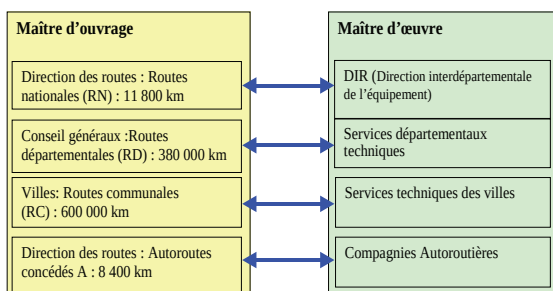
- NF P 98-180, utilisation du chlorure de sodium comme fondant routier, spécifications
- NF P 98-181, Ce projet de norme vise à encadrer tous les produits fondants susceptibles d'être utilisés sur le domaine routier, qu'ils soient minéraux ou organiques, sous-produits voire co-produit industriel sous forme liquide ou solide.
- NF P 98-790, matériel de viabilité hivernale, plaque de base, caractéristiques
- NF P 98-791, matériel de viabilité hivernale, Dispositif hydraulique adapté sur les véhicules porteurs de saeuses et lames de déneigement, caractéristiques et spécifications
- NF P 98-792, matériel de viabilité hivernale, position des commandes en cabine, caractéristiques et spécifications
- NF P 98-793, matériel de viabilité hivernale, terminologie
- Norme NF P98-795, « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Signalisation, balisage et éclairage des unités d'intervention du service hivernal - Caractéristiques et spécifications. »
- Norme NF P 98-796, « Plaque de base légère, caractéristiques et spécifications »
- Norme NF P98-797, « Matériels et produits pour l'entretien routier - Épandeur de fondants routiers - Méthode d'essais à poste fixe de la mesure du débit »
- NF P 95-303, Équipement paravalanche, claie râtelier, spécifications et conception
- NF P 95-304, Équipement paravalanche, filet paravalanche, spécifications et conception
- NF P 95-305 Équipement paravalanche, filet paravalanche, barrière à neige, spécifications et conception
- NF P 95-306, Équipement paravalanche, ancrages passifs ponctuels en sol meuble méthode d'essais à l'arrachement spécifications et conception
- NF P 95-310, Équipement paravalanche, déclenchements artificiels principes techniques
- NF P 95-311 Équipement paravalanche, déclenchement artificiel câble transporteur d'explosif (catex)
- NF P 95-313, protection contre des avalanches, activation au gaz
- NF P 95-314, protection contre des avalanches, activation électrique

FRANCE

Préparation la viabilité hivernale et organisation

Généralités

L'organisation en France pour l'entretien des routes est la suivante :



Quel que soit la maîtrise d'ouvrage les organisations mises en place sont bâties sur un même schéma qui se traduit la plupart du temps par la production d'un DOVH.

Les DIR se conforment aux prescriptions de l'état pour leur organisation. Les autoroutes ont généralement le niveau de service le plus élevé.

Le DOVH informe les différents partenaires sur les objectifs, les limites et les dispositions prises. Il explique toutes les consignes pour les différentes situations hivernales. Il doit permettre d'assurer la cohérence entre les réseaux de diverses maîtrises d'ouvrage. Il est utilisé pour structurer l'information aux usagers.

Il y a une description des phénomènes météorologiques en particulier les situations météorologiques limites au-delà desquelles on considère ne plus pouvoir assurer normalement le service.

Paramètres	Critères et valeurs associées
1 - Intensité de chute de neige	Moyenne horaire de chute de neige non fondante, calculée sur une période de 3 h, au moins égale à $\underline{N}$ cm/h
2 – Durée de chute de neige	Chutes de neige non fondante continues ou intermittentes à intervalles inférieures à 6 h, pendant une durée totale de plus de $\underline{N}$ heures
3 - Chute de neige et basse température (pendant ou immédiatement après, car risque de congélation et d'adhérence au sol)	Température inférieure à -8°C pendant la chute ou immédiatement après
4 - Pluie verglaçante	Pluie provoquant une formation de verglas
5 – Vent et congères	Accumulation de neige sur une épaisseur dépassant les capacités des moyens en place, sur au moins une voie de chaussée et un linéaire cumulé significatif (par ex. au moins 100 m pour 10 km de route)

Caractérisation de la situation météorologique limite

Pour chaque phénomène hivernal, des règles et les procédures sont définies en faisant état des acteurs concernés et des moyens à mettre en œuvre.

Dans le Plan d'exploitation de la viabilité hivernale (PEVH), qui est la déclinaison locale du DOVH pour les centres opérationnels, l'ensemble des procédures est décrit précisément. On trouve généralement les informations suivantes :

Différentes cartes

- route avec les niveaux de service;
- circuits de patrouille et point de contrôle;
- localisation des SADSH;
- centres d'intervention et dépôts de matériaux;
- carte avec les conditions routières.

Des guides pour :

- diffusion et exploitation des bulletins météorologiques;
- aider à la prise d'une décision;
- organisation en situation exceptionnelle.

D'autres documents

- aide mémoire pour les patrouilleurs;
- aide mémoire sur les équipements et le matériel;
- aide mémoire où les actions sont décrites à des fins de décision et d'intervention;
- nom et coordonnées des responsables;
- instructions pour les actions pré et post hivernales.

Avant chaque hiver, le DOVH doit être relu et modifié si nécessaire. Les PEVH sont mis à jour dans les services.

Un compte rendu doit être réalisé après l'hiver, c'est un point qui doit être développé de même que la définition et la généralisation d'indicateurs pour apprécier la qualité du service.



FRANCE

Informations utilisées

L'information météorologique

Différents prestataires proposent des bulletins météorologiques adaptés aux routes. Chaque administration locale doit acheter ses prévisions météorologiques, il n'y a ni contrat national ni centralisation des informations. L'information météorologique minimale est également fournie au CRICR (organisme chargé de l'information routière qui comprend les forces de l'ordre (police, gendarmerie) et l'équipement). Pour des considérations de sécurité routière, le CRICR peut retransmettre l'information aux services départementaux.

SADSH

Il y a environ 800 **S**ystème d'**A**ide à la **D**écision en **S**ervice **H**ivernal (SADSH) la plupart sur les autoroutes ou routes importantes.

Il n'y a aucune centralisation d'information de ces stations à l'échelle nationale. L'information est parfois centralisée sur une zone et ou une région (pour une même société d'autoroute).

Il y a 4 classes de stations.



Système d'aide à la décision pour la viabilité hivernale.

L'information peut être centralisée au palier départemental qui rediffuse aux services locaux ou alors l'information reste seulement au niveau local (on a alors uniquement l'information d'une station).

Choix de la localisation d'un SADSH :

Les SADSH sont en général implantés aux endroits les plus représentatifs, à la suite de la réalisation d'un profil thermohydrique ou à la connaissance des agents qui permettent la localisation.



Véhicule pour le relevé thermohydrique

Méthodes

Programme de préparation

L'hiver normal est défini en règle générale à partir du 15 novembre au 15 mars. Beaucoup de SADSH ne sont activés que pendant cette période.

Différents états d'activation

Ceux-ci dépendent de la situation, on distingue la situation courante et la situation non courante.



FRANCE

Contexte	Types d'actions		Commentaires
Situation courante	Exécution du service hivernal selon les niveaux de service fixés	Avec moyens propres seuls	Moyens (personnel et matériels) dont l'exploitant routier dispose de façon permanente. Leur mobilisation effective est décidée en fonction de la situation météorologique présente et prévisible.
		Avec moyens propres et moyens complémentaires	Moyens que l'exploitant routier peut utiliser en plus de ses moyens propres, de façon systématique ou en fonction de l'importance des intempéries, selon des procédures préétablies et dans le cadre de marchés ou conventions.
	Mesures particulières de gestion de la circulation		Les dispositions propres à ces mesures sont définies dans les PGT et (ou) dans les plans intempéries. Ces mesures peuvent être prises en situation courante par anticipation et (ou) en situation non courante.
Situation non courante	Exécution du service hivernal avec mobilisation de renforts		Moyens que l'on cherchera à mobiliser en plus des moyens propres et des moyens complémentaires, en cas de dépassement de la situation météorologique limite, selon des dispositions portées au Dossier d'organisation de la viabilité hivernale (listes de moyens, d'entreprises mobilisables...), avec pour objectif un respect des niveaux de service, mais sans garantie du fait de la mobilisation souvent incertaine de renforts.
	Abaissement temporaire des niveaux de service sur une partie du réseau routier		Il s'agit, si la situation météorologique limite est dépassée, de concentrer les moyens d'intervention (cf. les trois types définis ci-dessus) sur une fraction du réseau (linéaire, nombre de voies...) désignée par le maître d'ouvrage. Les modalités de mise en œuvre de ce type de mesure doivent être définies dans le DOVH et (ou) dans les plans intempéries.

Équipement*Véhicules d'intervention*

En France c'est environ 9 000 unités de service hivernal qui peuvent être mises en œuvre tous services confondus. Il y a souvent des différences importantes en matière d'équipement en fonction des régions et des types de réseaux.

*Unité d'intervention**Barrières à neige*

Les barrières à neige sont utilisées de manière préventive, une norme donne des éléments concernant le choix et l'implantation (AFNOR 1992). La végétalisation est aussi utilisée. La décision d'installer une barrière à neige est prise et financée au palier local.

Matériaux

La consommation de sel est variable entre 0,4 et 1,6 million de t par an ; (moyenne 1 million de tonnes). Pour un traitement précuratif, on utilise : 15 g/m² en moyenne. Pour un traitement curatif : entre 25 et 30 g/m² en moyenne.

Divers documents pédagogiques concernant l'utilisation optimale du sel ont été publiés au niveau national. Ils contiennent des éléments et conseils d'ordre général, mais aucune recette universelle. La quantité de sel dépend de la nature du phénomène météorologique. Par exemple, la quantité de sel à épandre différera en fonction de la nature, de la quantité de verglas, etc.

Personnel, formation

Entre 30 000 et 35 000 agents peuvent être mobilisés dans l'ensemble des services faisant de la viabilité hivernale.



FRANCE

Les travaux particuliers

Des métiers particuliers sont définis pour des tâches particulières.

- **Responsable d'intervention** : il est responsable des équipes d'intervention, et suivant l'organisation en place, peut décider des interventions et informe le CRICR;
- **Le décideur d'intervention ou le veilleur météo** : il centralise toutes les informations : météorologique, SADSH, patrouilles, conducteurs d'engins. Suivant l'organisation en place il décide des interventions et informe les responsables d'intervention;
- **Patrouilleur** : il vérifie les états de surface des chaussées et les conditions de conduite, relève les paramètres météorologiques et observe les éventuelles formations de verglas;
- **L'équipe d'intervention ou le conducteur d'unité d'intervention** : il réalise les interventions avec les unités (épandeur lames).

Pour les routes principales, ce système fonctionne tout à fait bien. Pour les autres réseaux, il n'y a pas assez de personnel pour définir des tâches particulières et il y a parfois un cumul de celles-ci. Ex. : Le patrouilleur peut décider de l'intervention.

Il peut y avoir un cumul de fonctions responsables d'intervention : décideur ou veilleur et conducteur d'unité d'intervention.

Formation et éducation

Pour des routes principales, la formation est organisée en interne. En règle générale, les sociétés d'autoroute disposent d'un centre de formation et assurent les formations spécialisées pour la VH.

Pour les routes nationales, la formation est organisée dans les CFP (centres de formation professionnelle) et assurée par le réseau scientifique et technique en viabilité hivernale (environ 10 personnes). Il y a une formation particulière pour les nouveaux venus et des initiations dans des formations plus générales.

Les ingénieurs ne reçoivent aucune formation particulière à la VH.

Problèmes opérationnels

Les services de viabilité hivernale interviennent en moyenne 14 jours par an, de 0 à 150 jours en fonction des années et des zones. Il y a deux fois plus d'intervention de nuit que de jour.

Prévision météorologique

Les prévisions adaptées aux applications routières sont disponibles : température de l'air, vent (force et direction), couverture nuageuse, événements météorologiques : précipitations (nature et intensité), orage, brouillard, avec différentes présentations. Outre le prestataire historique qui fait partie des services de l'État, il existe des prestataires privés qui proposent des offres de même nature. L'exemple qui suit se réfère aux prestations de Météo France.



Bulletin VH : Commentaires expertisés de prévisions des phénomènes susceptibles d'affecter les routes d'un département ou même d'un tronçon routier, dans les 24 heures. Fréquence de mise à jour : 2 fois par jour.

Cartes météo : Un département peut être divisé en 6 à 8 secteurs homogènes. Une prévision à 3 heures de différents paramètres est donnée pour chaque secteur toutes les 3 heures. Cela permet de visualiser des prévisions météorologiques sur un fond cartographique à l'aide de valeurs pointées ou de pictogrammes. Actuellement, l'atmocarte donne des prévisions toutes les 3 heures entre h +3 heures et 36 heures.

Diagramme météo : Tableau fournissant pour un point donné, une prévision à 36 heures de différents paramètres météorologiques, donné toutes les 3 heures.

Flash météo : Bulletin d'alerte sur la prévision d'occurrence de phénomènes météo dits dangereux (ex. : chutes de neige, température de l'air au-dessous de -10 °C).

FRANCE

Les exploitants peuvent en général appeler le bureau météorologique pour obtenir plus d'information.

Un produit de prévision de température de surface est disponible : prévisions horaires de la température de surface de la chaussée jusqu'à 36 heures d'échéance sur l'ensemble de la France sur une grille de 8 km.

Il y a la possibilité d'améliorer les sorties brutes en faisant des adaptations statistiques sur des points particuliers pour lesquels on disposerait d'au moins 2 ans de données observées de température de chaussée.

Patrouilles

Sur les autoroutes et les routes nationales (et habituellement quand le niveau de service est élevé), il y a une patrouille de contrôle toutes les 3 ou 6 heures qui fait de la veille qualifiée (accidents, nettoyage de la route et VH). L'idée est d'éliminer rapidement tous les événements perturbateurs et d'avoir quelqu'un rapidement sur place s'il y a un problème (accident, embouteillage, etc.).

Sur les réseaux avec un niveau de service moins élevé, il n'y a pas d'intervention entre 21 h et 6 h et souvent pas de patrouille. Mais en fonction des prévisions météo, il peut y avoir une patrouille autour de 3 ou 4 heures le matin. Dans certains cas, les patrouilles sont systématiques s'il y a un risque de verglas même sur les routes moins importantes.



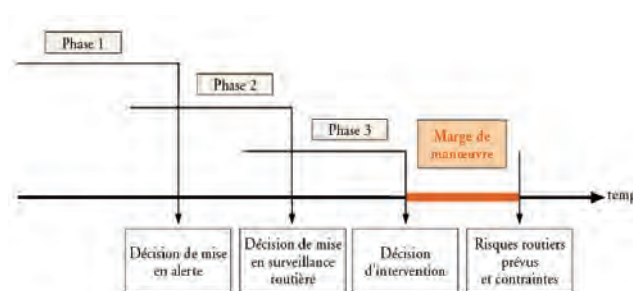
Processus de décision

On peut mettre en évidence trois types d'activités préalables à l'intervention elle-même :

- La prise en compte des prévisions météorologiques;
- Le recueil d'informations sur les réseaux routiers;
- Le choix du type d'intervention.

Ces activités correspondent à trois niveaux de décision, échelonnés dans le temps avec des échéances de plus en plus courtes :

- La décision de mise en alerte;
- La décision de mise en surveillance des routes;
- La décision d'intervention.

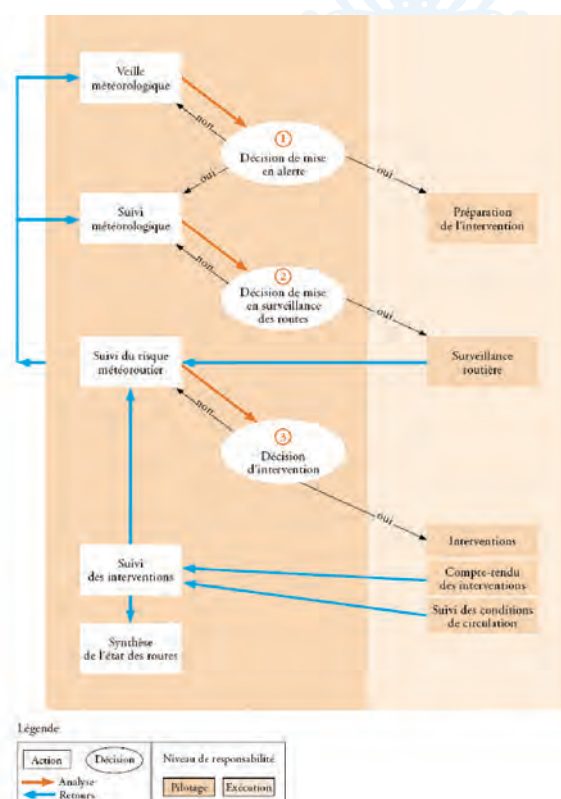


Trois phases peuvent être distinguées :

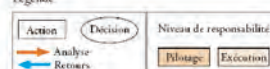
- La veille météorologique qualifiée et la décision de mise en alerte;
- Le suivi météorologique rapproché et la décision de surveillance des routes;
- L'analyse fine des risques routiers et la décision d'intervention.

Les informations météorologiques, les informations issues des SADSH, les observations des patrouilles sont utilisées pour prendre les décisions d'intervention.

Les niveaux d'équipement et d'organisation peuvent être très variables suivant le gestionnaire du réseau. Parfois, le patrouilleur peut prendre lui-même la décision d'intervenir s'il est seul au centre d'exploitation. Des patrouilles peuvent être réalisées directement avec les unités d'intervention qui traitent si nécessaire.



Légende





FRANCE

Méthodes, équipement et matériaux

Il n'y a aucune politique générale pour l'enlèvement de la neige et les pratiques peuvent beaucoup différer. Pour les chaussées à plusieurs voies, certains commencent par la droite et d'autres par la gauche. Il y a toujours également le problème des sorties.

Les routes avec un niveau de service élevé doivent revenir au noir en condition normale très rapidement. Pour limiter l'adhérence à la chaussée de la neige humide, un traitement préventif peut être utile (15-20 g/m²). Ensuite des raclages fréquents sont nécessaires particulièrement si le trafic est important. Le salage après chaque raclage (15-20g/m²) est recommandé. S'il y a moins de trafic, le raclage sans salage peut être suffisant.

Le salage ne doit pas être employé pour faire fondre la neige (parce que la quantité serait trop importante) mais doit transformer la neige pour éviter le compactage et faciliter le raclage. Le traitement dépend de la qualité de la neige.

Une neige sèche et froide sur une route sèche et froide adhère peu et n'est pas compactée par la circulation. Le salage de cette neige la transformerait en neige humide qui serait compactée par la circulation.

Lorsque la neige contient une petite quantité d'eau, et que la température de l'air est froide (< - 3°C) ou l'humidité faible (< 75 %), il vaut mieux employer le sel humidifié.

En montagne, les chutes de neige sont plus importantes, la température de l'air plus sec est plus froide. C'est pourquoi le salage est moins efficace, une augmentation de quantité de sel n'est pas recommandée. Un raclage plus fréquent lié à un traitement au sel humidifié peut être utile. Mais jusqu'à maintenant, ces données sont des savoirs d'experts et ne sont pas souvent employées par les services opérationnels.

Routes blanches

Certaines routes ne font l'objet d'aucune intervention en hiver et peuvent même être fermées. Il y peu de traitement avec des abrasifs pour avoir des routes blanches praticables. Ils sont employés dans les villes et les stations de sports d'hiver (qui toutefois utilisent de plus en plus de fondants routiers).

Règles spéciales pour les camions

En France, presque tous les camions sont des semi-remorques et quand une route pentue (plus de 4 % par exemple) est glissante, ils ne peuvent pas passer. Sur les routes à forte circulation, les poids lourds (PL) produisent souvent des problèmes (accidents, embouteillages). La définition des conditions de circulation prend en compte les spécificités liées au profil de la route et au type de véhicule (PL, VL). Il y a maintenant une meilleure diffusion de l'information avec l'utilisation des panneaux à messages variables (PMV) et de la radio (BP). Les camions sont parfois invités à s'arrêter et attendre dans le cadre des mesures prises lors des plans intempéries.

Sur les réseaux moins importants, il n'y a pas de signalisation dynamique. Sur certaines routes, "des convois blancs" sont organisés. Environ 10 camions suivent un véhicule d'intervention encadré par un véhicule de police, les véhicules légers (VL) peuvent circuler sur les autres voies. Mais ce système fonctionne difficilement quand le trafic de camion est très important et rend nécessaire une bonne coordination entre les services qui assurent la VH et la police.

La circulation

L'Article R414-17 du Code de la route précise les points suivants :

Lorsque, sur la chaussée, une voie de circulation au moins est couverte de neige ou de verglas sur tout ou partie de sa surface :

- 1° Le dépassement ou le changement de file est interdit à tout conducteur d'un véhicule dont le poids total autorisé en charge excède 3,5 tonnes ou à tout conducteur d'un ensemble de véhicules dont la longueur excède 7 mètres;
- 2° Le dépassement des engins de service hivernal en action sur la chaussée est interdit à tout véhicule.

Il existe d'autre part des plans intempéries permettant de gérer les situations de crise. Chaque plan définit :

- L'autorité coordonnatrice responsable, ainsi que le PC (poste de commandement) sur lequel elle pourra s'appuyer pour mener son action;
- L'organisation décisionnelle et de coordination des autorités impliquées;
- L'organisation opérationnelle des services pour mettre en œuvre les décisions prises;
- L'organisation de la communication vers les usagers;
- Les différentes mesures coordonnées d'exploitation pouvant être appliquées selon le contexte rencontré.



FRANCE

Leur objectif est d'assurer le maximum de sécurité pour les usagers, particulièrement lors de fortes intempéries, par :

- Une information des usagers;
- Une gestion du trafic routier permettant d'assurer un écoulement optimal de la circulation même dans des conditions de viabilité dégradées;
- Une assistance et des secours aux usagers bloqués.

Méthodes, équipement et matériel

Dégivrage chimique

Des épandeurs démontables équipés pour le sel humidifié sont utilisés la plupart du temps. Le sel humidifié se compose de saumure et de sel en grain. La saumure (eau saturée avec du sel) est généralement fabriquée au centre d'intervention avec de l'eau et du NaCl. Les saumures de calcium et de magnésium d'utilisation très rare sont généralement livrées.

Dans 99 % du cas, on utilise du NaCl solide ou en saumure. Pour des situations exceptionnelles (températures très froides, pluie verglaçante) certains emploient du NaCl solide et de la saumure de CaCl_2 .

La proportion de saumure et de sel solide peut être réglée sur les épandeurs, elle est habituellement entre 15 % et 30 % de saumure. En France, presque tous les épandages permettent l'utilisation du sel humidifié. Les dosages dépendent du phénomène à traiter. Avec du sel humidifié, il est possible d'atteindre des dosages de 5 g/m² pour un traitement préventif. De plus en plus, on cherche à stocker le sel sous abri afin de limiter les pertes, l'impact sur l'environnement et la baisse de qualité.

Aspersion automatique de saumure :

Cette technique est apparue en France depuis une dizaine d'années, mais est relativement peu utilisée du fait de son coût. Elle est utilisée sur autoroutes du fait du trafic lourd important et sur de petites sections de 100 à 300 m.

Raclage :

L'utilisation de lames biraclage se généralise sur l'ensemble du réseau routier.

Sablage et balayage du sable

Il y a peu de sablage et de balayage mécanique en France.

Enrobés drainants

Les enrobés drainants sont généralement traités différemment. Un document pédagogique explicite les difficultés particulières rencontrées sur ces revêtements et propose des méthodes de surveillance et de traitement.

Les dosages moyens sont plus importants (entre 50 et 100 %) et il peut y avoir jusqu'à deux fois plus d'interventions. En cas de neige, les sociétés d'autoroute prévoient un raclage toutes les 20 minutes.

Les bétons bitumeux minces sont également parfois problématiques. La seule solution connue est prévoir plus d'interventions et des dosages plus importants.

Ponts

Il n'existe pas de réglementation préconisant des dispositions particulières pour assurer l'exploitation hivernale des ponts. Il y a cependant un ensemble de mesures contenues dans divers documents ou normes, destinées principalement aux concepteurs d'ouvrages.

Le recours aux fondants non corrosifs pour traiter systématiquement tous les ponts ne se justifie plus aujourd'hui.

Les ouvrages de construction récente, ou plus ancienne, mais qui ont bénéficié d'un entretien récent et d'une mise à niveau, profitent de dispositions constructives ou de techniques de protection modernes. Pour ceux-ci, il n'est pas nécessaire de recourir à des fondants spéciaux non corrosifs.

Le recours aux fondants spéciaux non corrosifs sera donc réservé aux ponts métalliques n'ayant fait l'objet d'aucun entretien particulier au cours des deux dernières décennies ou présentant des corrosions locales.

Avalanches

Il y a une organisation particulière pour la prévision des avalanches. Des barrières paravalanches peuvent être installées.

Les stations météorologiques d'altitude (appelées NIVOSE) enregistrent l'information météorologique et les caractéristiques du manteau de neige. Dans les stations de ski, des personnels qualifiés font chaque semaine des sondages dans la neige pour étudier l'évolution des différentes couches.

Un modèle appelé SAFRAN-CROCUS-MEPRA qui tient compte des prévisions météorologiques et des paramètres physiques des différentes couches du manteau neigeux calcule le risque d'avalanche pour un point donné. L'information est alors diffusée par différents moyens aux usagers (Télé, radio, etc.). Lorsque c'est possible, les avalanches peuvent être déclenchées en cas de danger.



FRANCE

3.3 Évaluation des résultats

Mesure de l'efficacité

La Direction des routes a fait il y a quelques années, une évaluation avec les paramètres suivants : consommation de sel, coût par kilomètre, nombre d'heures-homme pour la viabilité hivernale. Des enquêtes de satisfaction des usagers ont été faites.

Des inspections sont parfois menées pour appréhender la façon dont les directives sont appliquées dans les services.

Des analyses maintenant assez anciennes ont été faites quant à l'application des circulaires et la qualité des DOVH. La DIT (nouvelle appellation de la direction des routes) mène une réflexion pour la mise en place d'indicateurs et en particulier d'indicateurs de satisfaction des usagers.

3.4 Sécurité routière et information

L'information des usagers

Avant l'hiver, l'information est diffusée par les gestionnaires routiers sous diverses formes dans les médias (radio, journaux) ou des lieux publics, mairies, etc. Les cartes des niveaux service sont diffusées.

En ce qui concerne l'information sur les événements météorologiques, il y a des conventions entre les gestionnaires routiers et les radios locales. Les services routiers proposent le texte des informations à diffuser aux radios.

Sur le réseau autoroutier, il existe une station de radio particulière qui diffuse de l'information routière (107.7). Il existe également une signalisation dynamique. Les utilisateurs peuvent également entrer en contact avec le CRICR (organisme chargé de l'information routière) 24 heures sur 24 pour avoir des informations particulières (travaux, embouteillage, praticabilité de la route).

Condition de conduite hivernale	Figuration	Intitulé / code couleur	Traduction pour la communication et l'information des usagers		
			Perception du danger	Probabilité d'un blocage	Conseils à diffuser aux usagers
C1		Normale (vert)	Sans objet	Sans objet	Soyez prudents. « Une route ne peut jamais être considérée sans danger »
C2		Délicat (orange)	Faible (présence de verglas peu perceptible ; neige localisée)	Faible, possible en pente ou rampe supérieure à 3%	Réduisez votre vitesse et soyez très vigilants. Augmentez l'interdistance entre véhicules. Pneus hiver conseillés.
C3		Difficile (rouge)	Aisée pour la neige Faible pour le verglas	Faible	Montez des équipements hivernaux adaptés aux conditions, sinon différez votre déplacement ⁽¹⁾
C4		Impossible (noir)	Évidente	Blocage effectif	Ne circulez pas

Conditions de conduite et information à l'usager

4. Recherche en cours et études pour améliorer viabilité hivernale

4.1 Nouvelle technologie et recherche

Les travaux de recherche menés dans le domaine de la viabilité hivernale associent étroitement les spécialistes des approches méthodologiques et organisationnelles, certains des travaux s'attachant à définir de façon plus précise les états de chaussée (ECI) utilisés pour la définition des niveaux de service.

Les recherches actuelles en cours sont :

- modélisation du comportement thermique des chaussées et de l'interface avec l'atmosphère;
- développement des protocoles d'essai pour la qualification des SADSH;
- mesures radiométriques;
- détection du verglas par fibre optique;
- la connaissance de la sensibilité hivernale d'un réseau (cartographie thermique);
- comportement de la neige sur une chaussée en site réel;
- caractérisation en laboratoire de l'adhérence en hiver de différentes couches de surface;
- développement des essais pour qualifier les épandeurs (dispositifs DORSA);



Dispositif DORSA



FRANCE

- Analyse optique de la répartition des fondants sur une surface routière;

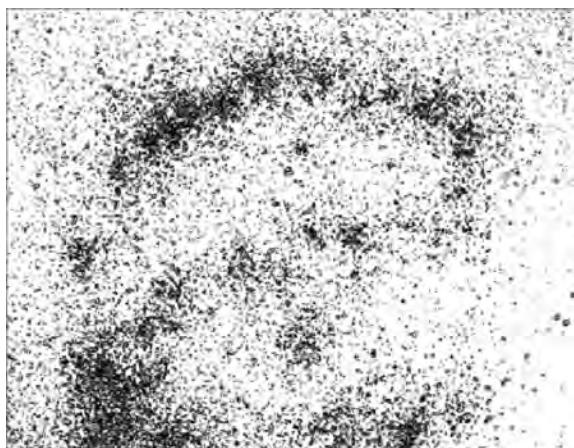


Image de la répartition de NaCl en grain

- expériences en ce qui concerne le guidage des unités de service hivernal (SH) (GSM/SIG);
- développement des protocoles des essais pour évaluer « la valeur d'usage » des fondants.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La méthodologie pour définir les niveaux du service a été remise à jour en 2009 et une nouvelle circulaire d'application pour le réseau routier national va voir le jour prochainement.

Les plans neige et les plans de gestion de la circulation sont opérationnels. La réflexion sur la cohérence des niveaux du service du fait de la réforme de l'État et de la gestion d'une partie de l'ancien réseau routier national au niveau local, est plus que jamais d'actualité.

4.3 Coopération transnationale pour améliorer des niveaux de service entre les pays voisins

Une coopération forte existe au palier européen et les travaux du COST 353, ont permis de jeter les premières bases d'une réflexion sur des niveaux de service européens.

5. Références

Un site internet pour rassembler les connaissances dans le domaine de la viabilité hivernale est opérationnel et accessible à tous.

www.viabilite-hivernale.developpement-durable.gouv.fr/

Glossaire

DOVH : « Dossier d'organisation de la viabilité hivernale », document sur l'organisation de la VH.

PEVH : « Plan d'exploitation de la viabilité hivernale de », déclinaison locale du DOVH.

DIR : « Direction interdépartementale des routes », service opérationnel délégation interdépartemental qui dépend du MEEDDAT CRICR : « Centre régional d'information sur la circulation routière ». Organisation commandée par le ministère, la police et l'armée qui centralise l'information routière et informe les utilisateurs.

MEEDDAT (ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire).



ISLANDE

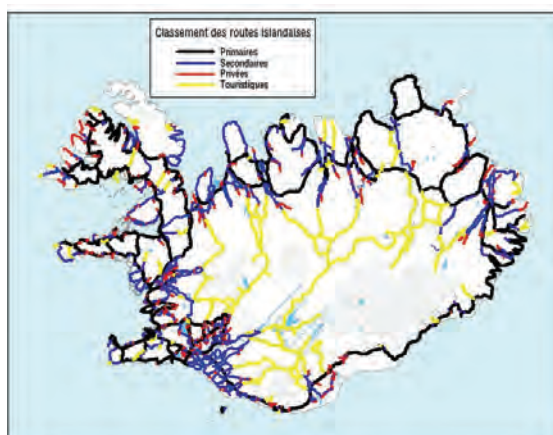
Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

L'Islande est située au milieu de l'océan Atlantique Nord, à environ 290 km à l'est du Groenland et 970 km à l'ouest de la Norvège. Constituée principalement par un plateau, l'altitude moyenne de l'Islande est de 500 m, avec un point culminant à 2 110 m. Un quart du pays seulement se trouve en dessous de 200 m d'altitude. C'est une île montagneuse, dont le pourtour présente des plaines littorales, des vallées et des fjords façonnés par les érosions marine et glaciaire.

Superficie	103 000 km ² .
Latitude	64° 08' N
Population	313 000
Densité	3,0 par km ²



En l'absence d'autres ressources naturelles (mis à part les énergies géothermique et hydroélectrique, qui sont abondantes), l'économie du pays est dépendante de l'industrie du poisson, qui représente 42 % des revenus de l'exportation et emploie 12 % de la main-d'œuvre. D'autres activités industrielles comptent pour 39 % des exportations. L'économie est toujours vulnérable à l'épuisement des stocks de poisson ainsi qu'aux fluctuations sur le marché mondial du prix de ses principales

exportations: poisson et produits dérivés, aluminium et ferrosilicium. Au cours de la dernière décennie, l'économie islandaise s'est diversifiée vers les secteurs manufacturiers et tertiaires, et on assiste également à une expansion dans les domaines de l'informatique, de la biotechnologie et des services financiers. Le tourisme aussi se développe, marqué par les nouvelles orientations de l'écotourisme et de l'observation des baleines.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier compte 12 867 km, dont 4 780 km de routes pavées. Elles se répartissent ainsi :

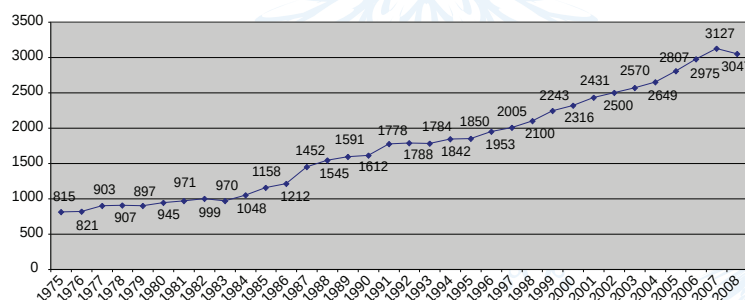
- **Les routes primaires** (4 498 km) relient principalement les localités de 1 000 habitants ou plus tout en reliant ces zones;
- **Les routes secondaires** (2 799 km) relient principalement les routes locales aux routes primaires ;
- **Les routes locales** (3 223 km) relient les fermes aux routes secondaires et primaires;
- **Les routes « touristiques »** (1 347 km) désignent les routes tracées à travers les montagnes et les landes.

Nombre de véhicules au 31 décembre 2008 :

- 244 000 véhicules au total (210 000 voitures de tourisme, 34 000 véhicules commerciaux).

Source : L'Administration de la circulation

La circulation des poids lourds a considérablement augmenté depuis que le transport par cabotage autour de l'île a été abandonné à la fin de l'année 2004.



Millions de km parcourus (tous véhicules)

ISLANDE

2. Données climatiques

2.1 Les zones climatiques et les principales intempéries hivernales

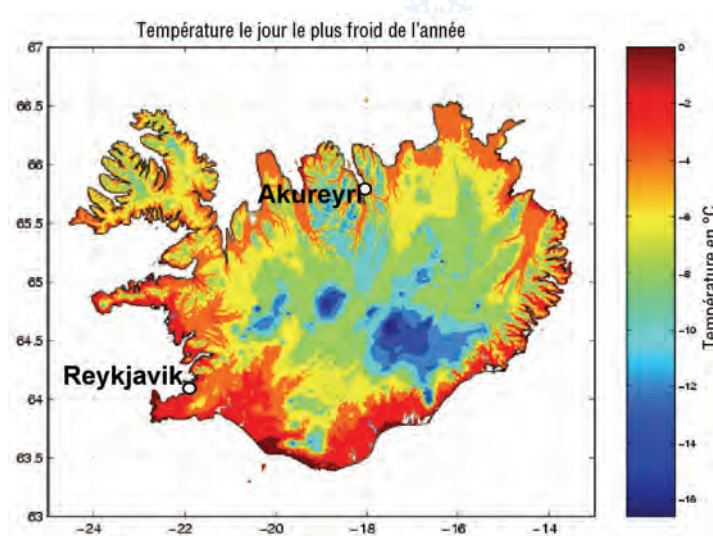
Le climat de l'Islande est océanique, l'île ne connaît donc pas les températures extrêmes des climats continentaux. Les hivers sont doux, mais les étés sont frais. Il existe une différence climatique considérable entre, respectivement, les plaines du littoral, le plateau de l'intérieur et les régions montagneuses les plus élevées. Il y a aussi une différence notable entre le nord et le sud. La température décroît et les précipitations s'accroissent avec l'altitude. Le nord du pays est un peu plus froid et subit plus de précipitations que le sud. Les vents forts sont fréquents, surtout en hiver. Les services routiers doivent faire face au verglas, aux chutes de neige et à la formation de congères qui, en raison de la végétation clairsemée et de l'absence de forêts, est omniprésente sur le réseau routier. Quelques voies rurales peu empruntées sont exposées aux avalanches.

2.2 Statistiques sur les températures, le gel et les précipitations

L'expérience montre que du milieu à la fin de l'hiver, en général, la neige recouvre le sol dans les régions où la température moyenne du mois le plus froid est inférieure à -4°C . À la station de Reykjahlíð, dans le nord est, à l'intérieur du pays, la neige recouvre complètement le sol 135 jours par an. À Reykjavík, dans le sud ouest, la moyenne est de 55. La température minimale passe sous le point de congélation pendant 123 jours par an en moyenne à Reykjavík, et 161 jours à Akureyri, dans le nord. Ces chiffres sont typiques pour les basses terres.

En moyenne, le Nord est plus sec que le Sud, règle à laquelle des microclimats peuvent faire exception. En général les précipitations ne sont pas importantes. À Reykjavík, elles se produisent 221 jours par an, dont cependant 148 jours de précipitations égales ou supérieures à 1 mm. Les chiffres correspondants pour Akureyri sont 171 et 103. On enregistre 82 jours par an de neige ou de neige fondue à Reykjavík, contre 96 à Akureyri. La pluie verglaçante se produit environ une fois par an à chaque endroit. La poudrierie pose un problème de circulation, surtout en dehors des principales agglomérations.

Les conditions mentionnées ci-dessus ne sont valides que pour les basses terres. Les difficultés hivernales s'aggravent très nettement avec l'altitude. Dans les alentours de Reykjavík, la fréquence des jours d'enneigement total passe ainsi de 55 à Reykjavík (altitude: 52 m) à 91 à Stardalur (quelques km plus à l'est, altitude: 185 m). Les précipitations annuelles moyennes pour la période 1961-1990 s'élèvent à 800 mm pour Reykjavík, 490 mm pour Akureyri, et pour Eyrarbakki, sur la côte sud, elles sont de 1370 mm.



La carte indique la distribution spatiale de la température minimale moyenne pour 1961-1990.

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Un indice hivernal est en préparation aux fins de l'Administration routière islandaise (ICERA) (Vegagerdin). Un indice hivernal adéquat pour l'Islande devrait inclure le phénomène de neige chassée par le vent ainsi que d'autres paramètres climatiques informatifs.

3 Gestion hivernale des routes

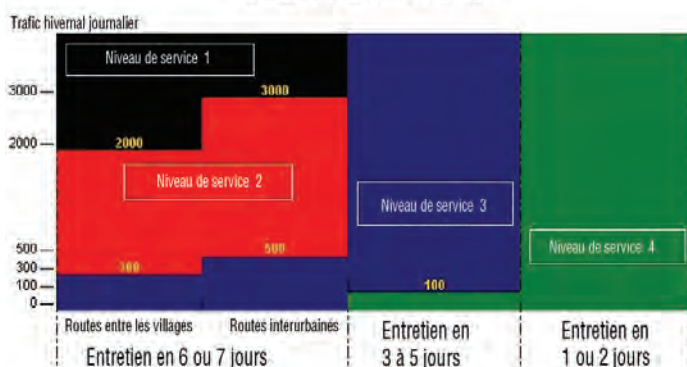
3.1 Normes et réglementation

Le déneigement, le déglçage, les informations routières et la gestion de l'entretien routier constituent la responsabilité de l'ICERA, un organisme du gouvernement régi par les règles déterminées par le ministre des Communications. Le déneigement et le maintien de l'adhérence sont surtout confiés à des entrepreneurs privés. L'ICERA est financée par le gouvernement et les taxes payées par les usagers.



ISLANDE

Niveau de service hivernal



Sommaire des normes d'entretien hivernal		Niveau de service (niveau de service 3 et 4 omis)	
		1	2
Horaire d'entretien	En ville	24 heures par jour 7 jours/semaines	6 h à 22 h 30
	60 km de la ville		8 h 15 à 22 h
	120 km de la ville		10 h 30 à 21 h 30
Épaisseur de neige déclenchant les opérations		2 cm	4 cm
À la fin de la chute de neige, le déblaiement est terminé en		2 heures	3 heures
Après la fermeture de la route, le déblaiement est terminé en		-	3 heures
Durée maximale du cycle d'entretien		2 heures	2 heures
Longueur maximale de route à entretenir		50 km	50 km
Épaisseur maximale de la neige		5 cm	12 cm
Profondeur maximale des traces de roues		1 cm	2 cm
Coefficient de friction minimal	En général	0,26	0,15
	Endroits dangereux, comme les courbes et les pentes	0,25	0,26
Quand la température est trop basse pour un salage efficace (-10 °C ou moins), le sablage devrait se faire dans les		2 heures	3 heures
Les obstructions visuelles dues aux congères aux intersections devraient être corrigées dans les		24 heures	48 heures
Enlèvement des congères sur l'accotement dans les		24 heures	48 heures

Les niveaux de service prennent en compte le rôle des routes et leur volume de circulation. Les tronçons reliant des villages ou des points de correspondance définis varient de 5 à 20 km (villages, si 200 habitants ou plus).

Les normes de qualité pour les services hivernaux regroupent les facteurs suivants :

- Objectifs du service;
- Niveau/catégorie du service;
- Choix du moment des opérations;
- Épaisseur de la neige et critères de régularité de la couche de roulement;
- Conditions/coefficient de frottement;
- Visibilité aux croisements et dégagement des amas de neige.

L'amélioration de l'adhérence est surtout une mesure préventive. Les opérations effectuées dans ce sens lorsque la surface devient glissante sont les suivantes :

- La circulation va probablement éliminer la glace – Pas d'action;
- Réduction de la quantité de neige sur la chaussée;
- Raclage de la neige tassée et de la glace;
- Épandage de sable ou de sel aux endroits à risque;
- Épandage continu;
- Mise en place d'un système de chauffage de la chaussée aux endroits difficiles.

Pour les agents de déglacage utilisés, voir le tableau ci-dessous.

Utilisation des fondants

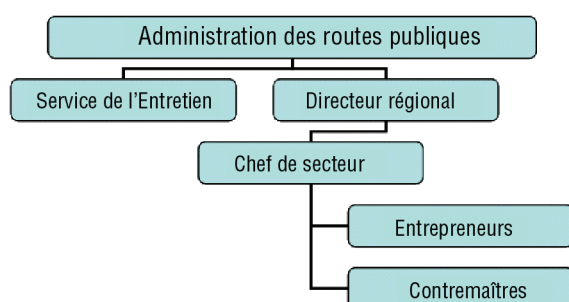
État	Matériau
Mesures préventives	Saumure
Chute de neige	Sel sec ou pré-humidifié
Glissance sur glace mouillée (fonte)	Sable fin
Glissance sur glace sèche	Sable grossier
Neige durcie et glace	Saumure
Autres conditions de glissance	Sel pré-humidifié



ISLANDE

3.2 Organisation et réalisation
de l'entretien hivernal**Organisation de l'entretien hivernal**

L'ICERA possède 18 centres d'entretien dans le pays. Environ 45 % des services hivernaux sont assurés par le secteur privé. Les entrepreneurs travaillent en vertu de contrats à prix cible, en fonction des conditions météorologiques réelles. Le service d'hiver est effectif du 15 octobre au 30 avril.



Organigramme de l'ICERA pour l'entretien routier

Dans les villes plus importantes, l'ICERA gère l'entretien des routes importantes selon ses normes en concluant des contrats avec les autorités municipales.

Le parc de véhicules est principalement constitué de camions et de chasse-neige, de chargeuses et de niveleuses. Les turbines à neige jouent un grand rôle dans le service hivernal des routes de montagne et des routes primaires exposées. Les tâches des niveleuses, comme le raclage de la neige durcie et de la glace, incombent de plus en plus à des camions équipés de lames de déneigement sous le châssis. Les niveleuses restent toutefois essentielles pour repousser les amas de neige sur les accotements dans les zones exposées.



Selon le niveau de service, la distance assignée à chaque véhicule varie entre 50 et 120 km. Il y a généralement 1 ou 2 travailleurs par camion.

Selon les règles internes de l'ICERA, les différentes responsabilités sont résumées dans le tableau ci-contre.

Tâche	Responsabilité
Normes et règles du service	La direction de l'ICERA
Sélection du niveau de service	Le service de l'Entretien en coopération avec la direction de l'ICERA
Règles opérationnelles locales.	Direction régionale en collaboration avec le service de l'Entretien
Planification de l'équipement	Directeur régional / chef de secteur
Planification de la main-d'œuvre et division des travaux	Directeur régional / chef de secteur
Questions de formation et de sécurité	Directeur régional / chef de secteur
Décision de déblaiement supplémentaire	Directeur régional / chef de secteur
Contrôle de qualité	Service du Contrôle de qualité

La fermeture des routes est décidée par l'ICERA, en fonction de son évaluation des conditions météorologiques et gérée par les forces policières. Les risques d'avalanche, les crues, etc. peuvent entraîner la fermeture de routes.

Informations météo routière

L'ICERA a des contrats avec les Services météorologiques d'Islande et du Danemark. Dans le système d'information actuellement utilisé par l'ICERA, les données sont collectées dans une base de données centrale. Les prévisions portent jusqu'à six jours. Les stations météo routières sont situées à environ 50 km les unes des autres. Il y a 60 stations dans le pays, dont 10 préparent un bulletin de prévisions locales à 5 heures d'intervalle.

ISLANDE

3.3 Évaluation des opérations de déneigement et déglacage

Coût et utilité des opérations d'entretien hivernal

Le coût moyen annuel total de l'entretien hivernal en 1997-1999 pour les routes primaires et secondaires (8242 km) est indiqué ci-dessous (niveaux de prix de l'an 2000) :

Coût global de l'entretien pour l'année (été et hiver)	4840 €/km/an
% entretien hivernal	21 %
Coût de déblaiement /salage	40 % /60 %
Réseau routier soumis au salage (km linéaires 2 voies)	922 km
Quantité de sel utilisée	15,2 t/km/an

Activités de déneigement et déglacage entraînant une réduction supplémentaire des coûts et la protection de l'environnement

On préfère la saumure et le sel humidifié au sel sec dans la plupart des situations, sauf pendant que la neige tombe.

Le double avantage de la saumure est que cette solution contient peu de sel et que presque 100 % de la quantité répandue reste à la surface de la route. Il s'agit habituellement d'une solution de NaCl, mais parfois aussi de CaCl₂, qui est plus efficace, mais plus coûteuse. La saumure s'est révélée avantageuse dans les opérations préventives, sur glace mince ou verglas.

On humidifie le sel pour accroître son poids, pour lier les grains de sel fin, pour rendre le sel plus adhérent à la chaussée et hâter sa fonte grâce à un taux d'humidité accru.

Évaluation des tâches

Le responsable des services hivernaux pour chaque région supervise les travaux d'entretien des contractuels. Seize centres d'opérations possèdent des décéléromètres Coralba pour mesurer le coefficient de frottement de la surface des routes. Les commentaires des usagers se sont également avérés précieux pour l'évaluation des services.

3.4 Sécurité et information routières

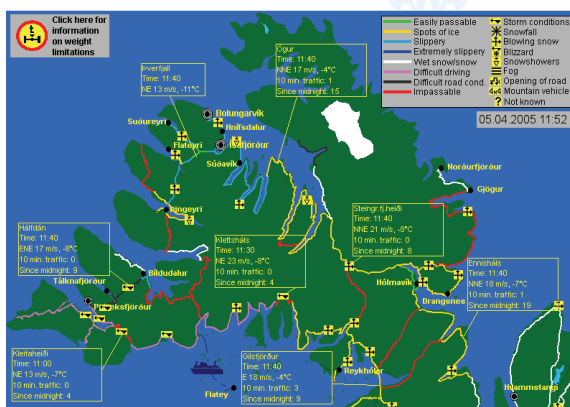
Information fournie aux usagers

L'information est diffusée par le biais de divers médias; voir ci-après. Elle traite de conditions de la chaussée (glissance), conditions météo (vitesse et direction du vent, température et rafales), de la température de la chaussée, de l'humidité et du point de rosée, du volume de la circulation (10 dernières minutes, ou depuis minuit), du temps estimé pour la réouverture de routes fermées, des travaux d'entretien, des limitations de charge par essieu, des horaires des traversiers, etc.

Utilisation de capteurs météorologiques et de signalisation routière variable

La plupart des stations de météo routière de l'ICERA sont munies de capteurs de température de la chaussée et certaines sont également munies de capteurs du taux d'humidité de la chaussée destinés à informer la direction responsable. On poursuit actuellement des expériences avec des capteurs de visibilité sur une route de montagne.

Des indicateurs de la profondeur du gel servent à déterminer les limitations de poids des véhicules. Des panneaux à message variable indiquent la vitesse et la direction du vent, la température et, dans les endroits très découverts, la force des rafales. Une route fermée est également indiquée par signalisation routière variable.





ISLANDE

Utilisation des technologies de l'information pour une gestion efficace et pour permettre aux usagers d'éviter les dangers, grâce à la diffusion de l'information

L'information et les mises en garde parviennent par la radio, l'Internet, le télétexte, les services téléphoniques et la signalisation à message variable.

Nouvelles adaptations particulières des infrastructures pour améliorer l'entretien hivernal et la sécurité routière

Des glissières de sécurité basses de type tubulaire sont de plus en plus utilisées, surtout dans les zones où la formation de congère est courante. La planification de nouvelles routes de montagne prend en considération des études poussées sur les congères pour l'étude de solutions de déneigement. Trois centres hivernaux sont en cours de développement.

Échange international d'information routière

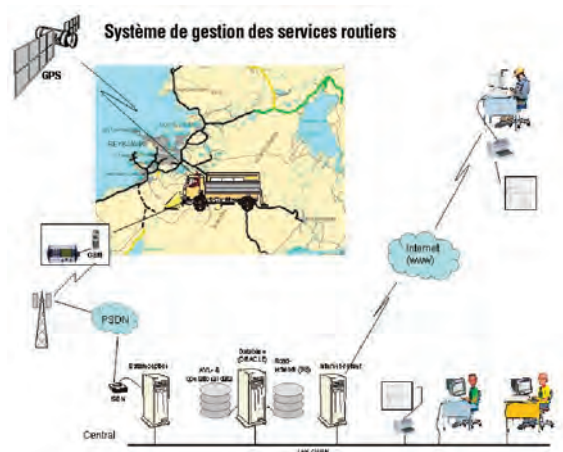
Les initiatives COST 344 et 353, RoadEx dans le cadre du Northern Periphery Program, et un certain nombre de projets dans le cadre de la Nordic Road Association.

4. Recherche et études en cours pour améliorer l'entretien hivernal

4.1 Nouvelles technologies

Système de gestion des services routiers

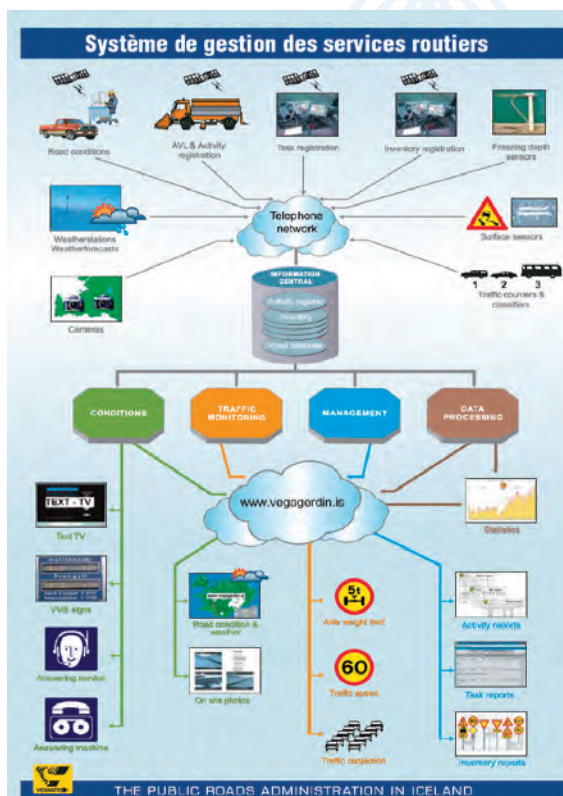
Les expériences sur le positionnement automatique des véhicules et de leurs activités se sont avérées un succès là où la couverture GSM est bonne. Ce système est peu à peu mis en œuvre dans toutes les régions. Un dispositif de positionnement automatique de véhicules, comprenant un appareil de télécommunication (GSM) relié à des détecteurs, est installé dans les machines de déneigement munies d'une épandeur de sel et de saumure ainsi que de lames (antérieure et inférieure) de déneigement; on collecte ainsi automatiquement des données sur la position, les opérations, la vitesse la distance et le temps. Après réception des données par un appareil, les coordonnées de position sont indiquées sur le système routier, c'est à dire. que l'information sur les opérations sur certaines routes et certains tronçons est rassemblée pour être traitée ultérieurement. De cette manière, on peut rassembler des données supplémentaires portant sur les programmes de service, les opérations, la conduite, l'utilisation des matériaux, les distances déblayées pour chaque route, région, etc. pour une période donnée.



Les résultats obtenus démontrent qu'une fois traitée, l'information obtenue à l'aide de l'équipement décrit plus haut, donne une vue d'ensemble si juste et si fiable des quantités, des parcours et du temps consacré à chaque portion du réseau routier, que les conclusions peuvent être parfaitement utilisées pour la rétribution des services hivernaux et pour le contrôle de qualité.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

On passe actuellement en revue le système de données de l'ICERA, tout en préparant un nouveau système de gestion, d'administration et d'information relié à l'ancien, pour l'entretien routier.





ISLANDE

Contrôle de la capacité portante

Innovations dans la gestion de l'affaiblissement du sol gelé de l'ICERA

Le suivi de l'état de la capacité portante des routes en fonction des cycles de gel-dégel et des mesures restrictives de charges par essieu a progressé considérablement en Islande, grâce au développement d'une nouvelle technologie. L'ICERA a mis au point un instrument qui mesure la température, l'humidité et la conductivité dans la structure de la route, en fonction du temps et de la profondeur.

En Islande, l'affaiblissement de la chaussée en raison du dégel est responsable d'une trop grande détérioration des routes et de trop fréquentes restrictions de charge par essieu. Cela se traduit par des coûts additionnels pour l'administration routière et l'industrie du transport.

L'accroissement moyen des températures au cours de plusieurs hivers récents a augmenté le nombre de cycles de gel-dégel au cours de la période de décembre à avril, ce qui a forcé l'augmentation du nombre de périodes de restriction de charge. Si l'on cherche à réduire la détérioration de la chaussée et de sa couche de fondation, tout en réduisant le nombre de jours de restriction de charge, il est important de pouvoir gérer la situation avec précision au cours des périodes de dégel. Afin de pouvoir mesurer la profondeur du gel dans la couche de fondation des routes, l'ICERA a commencé la mise en œuvre d'un capteur qui est installé en plus de 40 endroits dans son réseau routier, avec des plans pour en installer 20 autres. En utilisant des mesures de la température et de la conductivité électrique dans la structure de la route, le dispositif indique le niveau du gel dans la couche de

fondation. Afin de tirer le meilleur parti du système, on a mis au point un modèle des températures de surface et des profondeurs de gel. Le but du modèle est de prédire l'évolution de la profondeur du gel au cours des quelques jours à venir, pour permettre de déterminer le bon moment d'annoncer une restriction de charge et de l'annuler. Le modèle utilise les prévisions météorologiques et des mesures en temps réel des capteurs de gel et des données des stations de météo automatiques. Le système de mesure de la profondeur du gel et le modèle de prévision sont intégrés dans le système d'informations routières pour la gestion de la circulation et de l'entretien routier, en fonction du temps et des conditions de la couche de fondation des routes.

4.3 La coopération transnationale améliorera le niveau des services entre pays voisins

L'Islande est une île et n'a pas de frontières administratives avec d'autres pays. Les échanges internationaux d'informations et de technologies n'en sont pas moins considérés comme essentiels pour un développement approfondi.

5. Références et liens

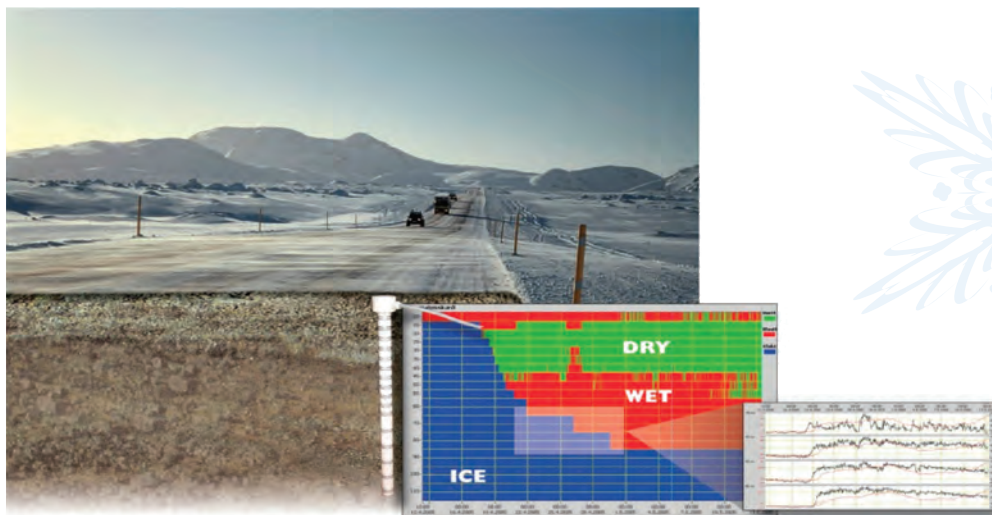
Informations sur la circulation et la météo sur le site Internet de l'ICERA (en anglais) :

www.vegagerdin.is/english/

Statistics Iceland : www.statice.is/

La direction de la Circulation routière :

www.us.is/page/english





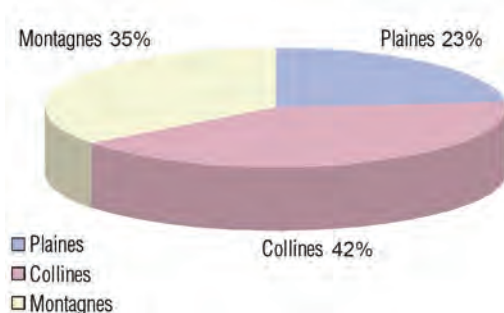
ITALIE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

Superficie	301 302 km ²	
Population	57 millions	
Véhicules en circulation	47 millions	
Réseau routier	Routes nationales et autoroutes	31 000 km
	Routes départementales	141 000 km
	Routes communales	300 000 km
Latitude (capitale)	41° 53' N	

Statistiques du pays et des routes



	Plaines	Collines	Montagnes	Total
Superficie (km ²)	69 902	125 342	106 058	301 302
%	23,2	41,6	35,2	100,0

Orographie

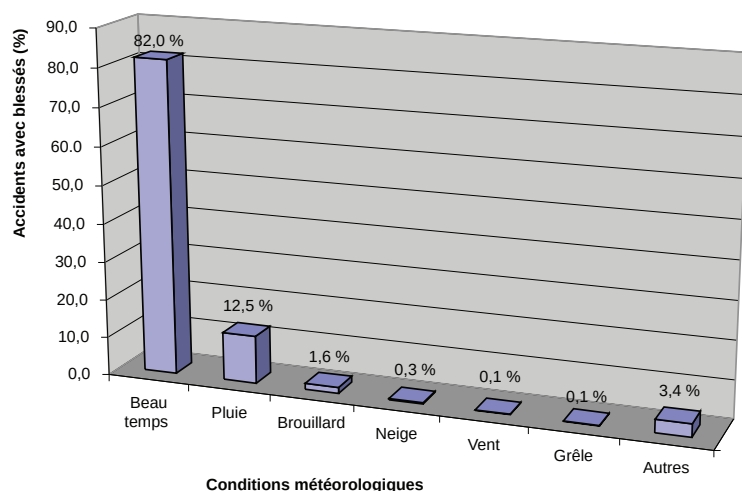
2. Données climatiques

		Alt.	Température mensuelle moyenne (moyenne sur 5 ans)(°C)				Température journalière minimale (moyenne sur 5 ans) (°C)				Chutes de neige (moy. sur 4 ans) jours	Précipitations (moyenne sur 5 ans) mm.
		(m)	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.		
Lombardie (Nord)	Milan	107	3,6	3,4	4,7	9,3	-4,0	-4,9	-3,2	0,3	3	720
	Mont Bisbino	1319	2,4	1,3	1,2	3,6	-2,7	-5,3	-7,7	-3,8	21	1363
Latium (Centre)	Rome	18	9,1	7,4	7,9	9,5	-1,5	-2,1	-2,2	-0,1	1	490
	Mont Terminillo	1874	-0,1	-0,1	-2,1	0,5	-7,7	-8,3	-10,9	-9,4	7	1045
Calabre (Sud)	Reggio Calabre	11	13,1	13,4	11,9	13,4	5,9	6,4	5,7	6,9	1	341
	Mont Scurio	1710	0,5	-0,2	-1,3	1,1	-7,3	-6,9	-7,9	-7,4	4	841
Sardaigne (Îles)	Cagliari	4	11,0	10,3	9,8	11,9	3,8	1,5	2,3	3,6	1	378
	Fonni	1022	6,8	6,5	5,8	6,5	0,8	-2,5	0,5	-0,4	5	808

Statistiques de température et de précipitations



ITALIE



Conditions météorologiques

Evaluation du taux d'accidents - %
d'accidents selon les conditions
météo (moyenne sur 4 ans)

Beau temps	82,0%
Pluie	12,5%
Brouillard	1,6%
Neige	0,3%
Vent	0,1%
Grêle	0,1%
Autres	3,4%

Moyenne (4 ans) des accidents routiers en raison des intempéries

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'entretien des routes en hiver vise à garantir le déplacement des usagers sur les routes et à rouvrir celles-ci à la circulation en hiver. Pour cela, il faut également réaliser des interventions très urgentes sur la route et le réseau autoroutier soumis aux chutes de neige et au verglas.

Description

L'entretien des routes en hiver comprend les activités suivantes :

- **Déneigement** : ceci comprend l'enlèvement de la neige, de la boue et de la glace de la chaussée et des accotements, des ponts, des viaducs et des tunnels (portiques d'entrée et de sortie);
- **Traitement de déverglaçage** : cela consiste à épandre à l'avance des sels de déverglaçage ou des mélanges antigivrants (sels et agrégats) sur les chaussées afin de prévenir la formation du verglas sur les chaussées, les ponts et viaducs, de même que les portails d'entrée et de sortie des tunnels;
- **Assistance en situation d'urgence** : cela se réalise par le déneigement et le traitement de déverglaçage effectués par des équipes ad hoc effectuant des interventions urgentes (sur appel);
- **Abattage des arbres dangereux et dégagement des déchets** : élimination des arbres endommagés par les averses de neige en coupant les branches affectées pour ensuite les réduire en morceaux.

Fourniture du service

Les bureaux départementaux voient à la planification des activités selon les caractéristiques météorologiques et altimétriques des zones sous leur responsabilité. Le personnel et les moyens engagés pour faire face à une urgence ou à des situations non prévisibles sont assurés et disponibles sauf en cas de mauvaises conditions météo (chutes de neige ou verglas). Le but reste toujours de maintenir un haut standard de service tout en réduisant les risques sur la route et les réseaux autoroutiers. Toutes ces activités sont réalisées par des équipes entraînées et dotées d'équipements mécaniques, de turbines à neige, de lames et de saieuses.

Les activités prévues se déroulent normalement pendant six mois (novembre-avril) sans arrêt toute la journée, les jours ouvrables et fériés. Toutes ces activités sont réalisées de façon à créer le moins possible de congestion de la circulation et ce en utilisant des signaux et des barrières ad hoc.

Délais de service

Lesdites activités sont en général mises en œuvre comme suit :

- **Déneigement et traitement de déverglaçage** selon la fréquence des chutes de neige et la formation de verglas pour une période de 4 à 6 mois, sur la base des caractéristiques orographiques du réseau;
- **Déclenchement de l'urgence** : sur appel (personnel de contrôle ANAS, police, etc.) dû à des situations d'urgence, en général dans les 60 minutes suivant l'appel, toute la journée, les jours ouvrables et fériés.



ITALIE

Indicateurs et suivi des performances

- Fréquence de l'intervention (voir délais de fourniture du service);
- Délais d'exécution ou occupation des surfaces des chaussées afin d'effectuer les activités.

3.2 Indicateurs de performance et indicateurs majeurs concernant le service routier et autoroutier

Le ministère des Infrastructures et des Transports a fixé des normes et des règles concernant le niveau de service et l'activité de déneigement et de déverglaçage sur les routes nationales et les autoroutes.

Indicateurs de performances et normes concernant le réseau routier national

SÉCURITÉ DES DÉPLACEMENTS

- Inspections visant à empêcher la formation d'inégalités, de trous sur la chaussée et fréquence de l'inspection : Nombre de fois par mois. **2**
- Nettoyage de la surface des chaussées pour évacuer les débris, les déchets, les branches, etc. Proportion d'interventions réalisées dans les 48 heures suivant l'appel d'urgence **75 %**
- Réparation des inégalités, des trous dans les 48 heures suivant l'appel d'urgence **80 %**
- Renforcement des barrières endommagées dans les zones à risque - Proportion des cas de déclenchement et début de l'intervention dans les 48 heures suivant la détection..... **60 %**
- Amélioration de la signalisation verticale dans les zones à risque – Proportion des cas de déclenchement et début de l'intervention dans les 48 heures suivant la détection..... **70 %**
- Traitement préventif - Pourcentage des cas d'intervention à l'aide de sapeuses trois heures avant l'événement prévu..... **80 %**
- Augmentation annuelle de la surface en revêtement drainant par rapport à la surface existante pendant les 10 prochaines années..... **20 %**
- Taille de l'herbe sur les talus et les bas-côtés –fréquence : Nombre de fois par an **2**
- Taille des végétaux – Fréquence annuelle **1**

PONCTUALITÉ DU SERVICE (RÉGULARITÉ)

- Déneigement - Pourcentage des cas de déclenchement et début de l'intervention dans les 60 minutes suivant la détection..... **85 %**
- Chantiers d'entretien du réseau routier - Pourcentage du réseau où les interventions sont effectuées pendant les heures de faible circulation (heures creuses) pour les travaux nécessitant une seule équipe de travail... **80 %**
- Réouverture à la circulation après accident - Pourcentage des cas de déclenchement et début des interventions dans les 8 heures suivant la détection **90 %**

INFORMATION DES USAGERS

- Installation de nouveaux panneaux à message variable **68**

GUICHET DU NIVEAU DE SERVICE

- Suggestions et plaintes – Délais d'inspection en jours **2**

Indicateurs et normes de performance concernant le réseau autoroutier :

SÉCURITÉ DES DÉPLACEMENTS

- Nettoyage de la surface des chaussées pour évacuer les débris, les déchets, les branches, etc. - Pourcentage des interventions réalisées dans les trois heures suivant l'appel d'urgence **85 %**
- Fréquence du suivi réalisé sur la surface des chaussées, nombre de fois par an **1**
- Renforcement des glissières endommagées dans des zones à risque - Pourcentage des cas de déclenchement et début de l'intervention dans les 24 heures suivant la détection..... **85 %**
- Amélioration de la signalisation verticale - Pourcentage des cas de déclenchement de l'intervention dans les 24 heures suivant la détection **85 %**
- Traitement de déverglaçage préventif - Pourcentage des cas d'intervention à l'aide de sapeuses 3 heures avant l'événement prévu **90 %**



ITALIE

- Augmentation annuelle de la surface en revêtement drainant par rapport à la surface existante pendant les 10 prochaines années..... **10 %**
- Taille de l'herbe sur les talus et les bas-côtés – Fréquence : nombre de fois par an **2**
- Taille des végétaux – Fréquence annuelle **1**

PONCTUALITÉ DU SERVICE (RÉGULARITÉ)

- Déneigement – Pourcentage du déclenchement et début de l'intervention dans les 30 minutes suivant la détection..... **90 %**
- Pourcentage des chantiers routiers du réseau où l'on garantit une distance minimale de 5 km entre les chantiers **50 %**
- Chantiers d'entretien des routes - Pourcentage du réseau où les interventions sont effectuées pendant les heures creuses pour les travaux nécessitant une seule équipe de travail..... **70 %**
- Réouverture à la circulation après accident pourcentage des cas de déclenchement et début de l'intervention dans une heure suivant la détection **95 %**

CONFORT DES DÉPLACEMENTS

- Service dans les zones de repos - Contrôle du niveau d'efficacité, nombre de fois par mois **1**

SERVICE POUR LES HANDICAPÉS

- Stations service - Contrôles du niveau d'efficacité, nombre de fois par mois..... **1**
- Stations service consacrées aussi aux personnes handicapées - Pourcentage du nombre total de postes **80 %**

INFORMATION DES USAGERS

- Installation de nouveaux panneaux à message variable : **28**

GUICHET DU NIVEAU DE SERVICE

- Suggestions et plaintes - Délais de détection (jours) .. **2**

3.3 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

En ce qui concerne les conditions climatiques hivernales, l'Italie affiche des traits caractéristiques très différents tout au long de son territoire. Les régions du nord du territoire italien côtoient des pays où les saisons d'hiver durent même plus que les leurs, tandis que le sud se distingue par une longue saison chaude et ensoleillée. Les montagnes sont réparties dans toutes les régions d'Italie, d'où un territoire et un climat variés partout. Seuls 23 % du territoire italien sont constitués de plaines. Les Alpes traversent l'ensemble des régions du nord, le Mont Blanc, 4 810 m, étant la montagne la plus haute. La chaîne montagneuse des Apennins traverse le pays du nord au sud. Beaucoup de montagnes dépassent 2 000 m, le Gran Sasso atteignant 2 914 m. Dans les deux îles principales de l'Italie, on trouve également des montagnes hautes telles que l'Etna (3 340 m) en Sicile et le Gennargentu (1 834 m) en Sardaigne.

Ces traits offrent une grande variété en climats et microclimats. Par conséquent, il faut accorder une attention particulière à la probabilité que des chutes de neige se produisent même là où ça peut sembler improbable, soit dans les régions situées en latitude sud et à côté de la mer. La neige est différente dans les régions du nord où elle est sèche et légère par rapport à la neige mouillée et lourde des régions du sud.

L'ANAS (l'Agence italienne chargée de la construction et de l'entretien des routes nationales), les organisations d'entretien des autoroutes, les autorités municipales et départementales, effectuent l'entretien hivernal des routes avec leurs propres équipements et grâce au soutien d'entreprises privées afin de garantir la sécurité des usagers de la route en hiver.





ITALIE



Informations et prévisions météorologiques

Les informations et prévisions météo sont assurées par l'Aviation militaire italienne qui veille à collecter et traiter les données et les produits météo (analyses, prévisions, suggestions, etc.) sur l'ensemble du pays.

Les collectes sont effectuées par satellite et par un réseau précis de stations météo sur le territoire national.

3.4 Sécurité et informations routières



Les informations sur la météo et la circulation données aux usagers par radio sont traitées et diffusées par le centre d'information CIIS, par l'intermédiaire des stations radio suivantes :

- RTL (102,5 FM) mise à jour toutes les 30 minutes entre 6 h 30 et 21 h;
- RADIO RAI : mise à jour toutes les 30 minutes au maximum;
- ISORADIO : (103 MHz) : mise à jour toutes les 30 minutes; couvre le réseau autoroutier.

Le Centre d'information CIIS a été mis sur pied en 1990 à l'initiative du ministère des Infrastructures et des Transports (alors ministère des Travaux publics) et du ministère de l'Intérieur, en tant que moyen d'information pour la sécurité routière réglementée par la loi 556 du 30 décembre 1998 et la réglementation ultérieure.

Ce service est réalisé en coopération avec ACI, ANAS S.p.A., Autostrade per l'Italia S.p.A., Arma dei Carabinieri, Polizia stradale, RAI et Polizia Municipale à Rome.

4. Références

ISTAT – Statistiche Meteorologiche

www.istat.it

ANAS – Carta dei Servizi Stradali e Autostradali

www.radio.rai.it

www.autostrade.it

www.meteoam.it

www.aci.it

www.stradeanas.it



JAPON

1. Données démographiques et routières

Il neige beaucoup plus dans certaines régions urbaines du Japon que dans toute autre région urbaine dans le monde. Dans les régions froides et neigeuses du pays, il est fréquent que la neige paralyse la circulation. Là où le froid est extrême, les routes sont endommagées par le gel.



Figure 1 – Le Japon

Afin de préserver la fluidité et la sécurité de la circulation dans les secteurs les plus exposés, la « *Loi sur les mesures spéciales permettant le maintien de la circulation routière dans les régions froides et neigeuses* » a été adoptée en avril 1956.

Au Japon, près de 60 % des terres émergées, quelque 40 % des municipalités et environ 20 % de la population se situent dans des régions froides et neigeuses (Tableau 1).

Superficie	Totale	377 737 km ²
	Régions froides et neigeuses	232 553 km ²
Population	Totale	126 926 millions
	Régions froides et neigeuses	28 036 millions
Longueur du réseau routier	Routes nationales	54 004 km
		Régions froides et neigeuses : 26 431 km
	Routes préfectorales	128 719 km
		Régions froides et neigeuses : 55 914 km
	Routes municipales	992 674 km
		Régions froides et neigeuses : 334 671 km
Latitude	Tokyo (capitale) : 35 °N	

Tableau 1. Superficie, population et réseau routier

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Le Japon est situé plus au sud que la plupart des autres pays froids et neigeux. Malgré tout, il neige sur la majeure partie du pays, excepté sur le sud de l'île de Kyushu. Les régions considérées froides et neigeuses par la Loi sont représentées comme telles sur la carte (Figure 2). Le climat y est beaucoup plus froid qu'ailleurs au Japon. Les températures descendent bien en dessous du point de congélation et les chutes de neige sont extrêmes en hiver. Comme on le montre sur la carte, l'abondance des chutes de neige sur le littoral nord de la mer du Japon (région d'Hokuriku) est l'une des caractéristiques de l'hiver dans le pays.

JAPON

Elle s'explique par le fait que l'air froid venu de Sibérie absorbe de grandes quantités d'humidité au-dessus de la mer du Japon avant de rencontrer les hautes montagnes qui constituent l'épine dorsale nord-est/sud-ouest au nord-est de l'île d'Honshu. En se refroidissant avec l'altitude, l'air humide forme des nuages de neige.

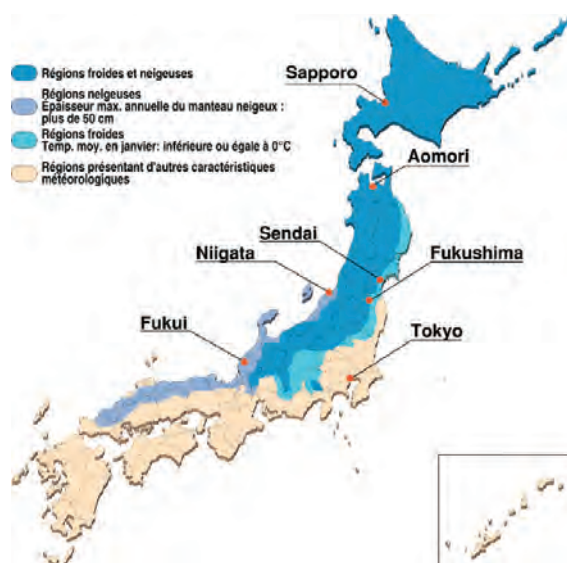


Figure 2 – Répartition des zones climatiques

Il neige davantage sur les villes japonaises que sur les villes canadiennes et suédoises. Sapporo, la capitale de l'île d'Hokkaido, et les environs comptent plus de deux millions d'habitants malgré des chutes de neige annuelles supérieures à 5 m. C'est la seule ville au monde où vit une population aussi importante dans des conditions neigeuses aussi extrêmes.

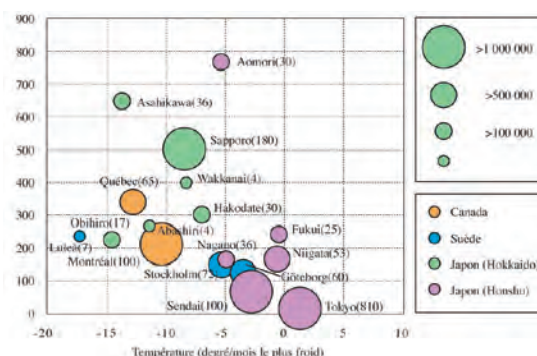


Figure 3 – Température de l'air au cours du mois le plus froid et chutes de neige annuelles

2.2 Statistiques sur les températures, le gel et les précipitations

	Température journalière minimum [°C]				Chutes de neige [cm]			Précipitation [mm]				
	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Chutes de neige max. par jour [cm]	Épaisseur max. du manteau neigeux [cm]	Chutes de neige cumulées [cm]	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Total
Sapporo	-4,4	-7,7	-7,2	-3,5	40	101	496	104,8	110,7	95,7	80,1	1127,6
Aomori	-1,6	-4,3	-4,3	-1,8	42	114	765	148,6	144,9	116,0	69,5	1289,9
Sendai	0,6	-2,0	-1,8	0,5	17	17	70	26,4	33,1	48,4	73,0	1241,8
Niigata	2,3	0,0	-0,3	1,9	27	39	165	204,4	180,3	128,0	104,6	1775,8
Tokyo	4,6	2,1	2,4	5,1	7	7	13	39,6	48,6	60,2	114,5	1466,7
Fukui	2,4	-0,3	-0,1	2,2	33	61	240	270,8	279,6	185,3	148,0	2257,9

Tableau 2 – Température et précipitation (moyennes sur 30 ans)

JAPON

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Historique et contexte des programmes de déneigement et de déverglage

La « *Loi sur les mesures spéciales permettant le maintien de la circulation routière dans les régions froides et neigeuses* » est entrée en vigueur en 1956. L'objectif visé à travers la mise en place des programmes de déneigement et de déverglage était de préserver une circulation nécessaire pour soutenir la vie quotidienne dans ces régions en hiver. En effet, les chutes de neige peuvent entraîner des fermetures de routes et des accidents, notamment en raison de dérapage sur les routes verglacées. Aussi, dans ces mêmes régions un phénomène de soulèvement dû au gel peut endommager la route. La Loi a été instaurée pour limiter la charge financière croissante supportée par les gouvernements locaux et proposer des mesures de protection contre la neige à l'heure où le parc de véhicules en circulation augmentait rapidement.

Un nouveau problème est apparu après l'interdiction des pneus cloutés : la nécessité de mesures de protection contre les routes extrêmement glissantes qui provoquent un plus grand nombre de dérapages de véhicules et de chutes de piétons.

En outre, parce que les usagers de la route veulent bénéficier des mêmes conditions toute l'année, il est demandé aux

administrateurs routiers de fournir le même niveau de service routier quelle que soit l'heure ou la saison. Pour augmenter la mobilité des personnes entre les régions neigeuses et non neigeuses, il est nécessaire d'améliorer le niveau de service routier.

Comme indiqué à la figure 5, les dépenses annuelles pour le déneigement et le déverglage des routes nationales et des routes préfectorales dans le cadre des projets nationaux représentent près de 40 milliards de yens. Ce chiffre varie cependant chaque année selon l'importance des chutes de neige. En complément, les préfectures et les municipalités mènent également des opérations de déneigement et de déverglage à leurs frais.

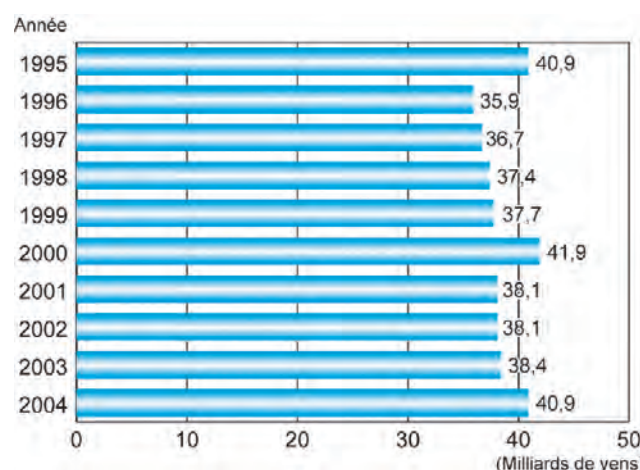


Figure 4 – Coût des programmes nationaux de déneigement et de déglage



Routes concernées par la Loi : Routes situées dans la région désignée par la Loi qui répondent aux critères de volume de circulation définis par le ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport et où il est particulièrement important de sécuriser la circulation pour soutenir les activités industrielles et la vie quotidienne.

Figure 5 – Grandes lignes de la « Loi sur les mesures spéciales permettant le maintien de la circulation routière dans les régions froides et neigeuses »

JAPON

3.2 Niveau de service (NDS)

La mobilisation des équipes et des engins de déneigement et de déverglage ainsi que le niveau de service (NDS) de viabilité hivernale sont déterminés sur la base de critères définis pour chaque catégorie de route d'après l'abondance des chutes de neige, la température de l'air et le volume de circulation dans chaque région froide et neigeuse. Les interventions de viabilité hivernale, telles que le déblaiement de la neige fraîche, l'épandage de fondants routiers et l'évacuation de la neige, s'appuient sur ce type de critère et sur le NDS.

Le Bureau régional d'Hokuriku du ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport établit des critères de mobilisation pour chaque type d'intervention (Tableau 3). Le NDS (Tableau 4) est défini par la ville de Sapporo sur la base de photographies et de descriptifs des états de la neige et de la glace (Figure 6).

Catégorie de route	NDS et condition de la chaussée
Grand axe, route interurbaine	Niveau 4 (journée) : poudreuse, neige mouillée, neige fondue
Route de catégorie A	Niveau 3 (journée) : neige tassée ou neige mouillée sur verglas
Route de catégorie B	Niveau 3 : si possible, neige tassée ou neige mouillée sur verglas
Voie résidentielle	Niveau 2 (journée) : plaque de verglas ou poudreuse sur verglas

Tableau 4. Critères de viabilité hivernale par catégorie de route dans la ville de Sapporo (NDS : niveau de service)



Figure 6 – Normes et NDS en situation de viabilité hivernale

Intervention		Critères de mobilisation
Patrouille		1. Observation des prévisions de neige et de gel et envoi de patrouilles en conséquence. 2. Envoi de patrouilles supplémentaires le cas échéant. 1) Anticipation des problèmes de circulation liés à la neige et/ou au verglas. 2) Notification des problèmes de circulation par la police, la surveillance des conditions de la chaussée, les autres usagers de la route ou les riverains.
Déneigement	Déblaiement	Un manteau neigeux de 5 à 10 cm recouvre la route et de nouvelles chutes de neige sont annoncées.
	Nivellement de surface	1. Si elle n'est pas nivelée, la grande quantité de neige sur la route risque de poser des problèmes de circulation. 2. Cette intervention a pour but d'empêcher que la couche de neige tassée s'épaississe et de supprimer les défauts d'uni de la chaussée.
	Raclage de la neige tassée et de la glace	Compte tenu des variations de température et de la charge des véhicules circulants, la neige tassée est devenue suffisamment irrégulière pour perturber le trafic.
Déblaiement avec un chasse-neige rotatif		1. L'abondance des chutes de neige oblige à déblayer pour sécuriser la largeur utile de la route. 2. Les congères sont si importantes au niveau des accotements qu'ils risquent de perturber le trafic lorsque la neige sera transportée par le vent.
Évacuation		Les congères en bordure de route sont désormais si importantes qu'elles gênent les véhicules qui se croisent en sens inverse et de nouvelles chutes de neige sont annoncées. Ou la neige évacuée des toits des maisons le long de la route risque de grossir les congères.
Trottoirs		Selon les consignes données par le responsable.
Salage		Du verglas est annoncé ou a été constaté sur les routes.
Utilisation des systèmes de fonte de neige		1. Il a neigé. 2. Des routes verglacées ont été signalées (le chauffage des routes doit être utilisé).
Autres opérations		Selon les consignes données par le responsable.

Tableau 3. Critères de déclenchement des opérations de déneigement et de déverglage Exemple sur les routes nationales dans la région d'Hokuriku

JAPON

3.3 Mesures de déneigement et de déverglage

Déneigement

Déneigement des routes

Les chaussées sont déneigées 24 heures sur 24 pour préserver la meilleure circulation possible sur les routes nationales et les principales routes préfectorales et soutenir les activités de la vie quotidienne et les échanges interrégionaux.



Figure 7 – Déneigement sur trois voies

Déneigement des trottoirs

Le déneigement des trottoirs est encouragé à proximité des écoles, des gares, des structures d'assistance sociale et en centre-ville pour préserver la sécurité et la fiabilité des espaces de marche en hiver.



Figure 8 – Déneigement de trottoir

Épandage de fondants routiers



Figure 9 – Épandage de fondants routiers

Depuis l'interdiction des pneus cloutés, il est fréquent que les surfaces de roulement soient extrêmement glissantes en hiver. L'épandage de fondants routiers permet de réduire efficacement la congestion de la circulation et les dérapages accidentels.

Mesures de protection contre la neige

Divers dispositifs sont mis en place pour contrer les avalanches et le transport de la neige par le vent.

Plantations pare-neige

La neige tombante s'accumule dans des plantations pare-neige qui la maintiennent en congères ou sur leur côté au vent pour éviter qu'elle soit transportée sur les routes du côté sous le vent.

Pare-neige

En empêchant que la neige transportée ne forme des congères sur la route, les pare-neige contribuent à améliorer la visibilité.

Pare-avalanche

Les pare-avalanche sont construits sur les talus de bord de route qui peuvent être dangereux en cas d'avalanche.

Galeries pare-neige

Construites par-dessus les routes, ces galeries peuvent être recouvertes par les avalanches sans que la sécurité des routes ne soit en danger.

JAPON

Balise électroluminescente sur la route de l'aéroport d'Asahikawa (Hokkaido)

Cette balise écologique fonctionnant à l'énergie solaire est facilement reconnaissable et améliore l'efficacité du déneigement.



Plantations pare-neige

Pare-neige



Pare-avalanche

Galerie pare-neige

Figure 10 – Dispositifs de protection contre la neige

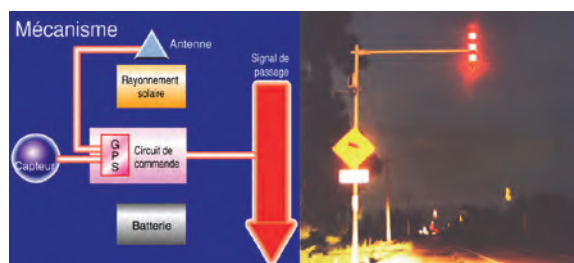


Figure 11 – Balise électroluminescente : schéma et installation sur site

Systèmes de fonte de neige

Chauffage des routes

Les systèmes de chauffage des routes font fondre la neige ou empêchent l'apparition de verglas non pas en arrosant la route avec de l'eau, mais en chauffant le revêtement au moyen de caloducs ou de fils électriques.



Sans chauffage

Avec chauffage

Figure 12 – Résultat de l'utilisation d'un système de chauffage de la route

Gicleurs de fonte

Les eaux souterraines sont amenées par pompage dans des canalisations puis jusqu'à des buses d'arrosage pour faire fondre la neige. Les canalisations et les buses sont enfouies dans la route.



Figure 13 – Résultat de l'utilisation de gicleurs de fonte

Exutoires à neige

La ville de Sapporo a encouragé la construction d'exutoires pour éliminer la neige avec la participation des riverains. Les exutoires à neige sont construits au bord de la route. Déversée dans des canalisations d'eau, la neige de la rue est emportée par l'écoulement en pente naturelle. Un dalot souterrain est utilisé. La source est généralement de l'eau fluviatile. Néanmoins, Sapporo utilise également les eaux d'égout traitées à 10 °C provenant des stations d'épuration.

Par rapport aux eaux fluviales, cette technique présente l'avantage de requérir une capacité de débit moindre, car la température plus élevée des eaux d'égout fait fondre la neige et en réduit le volume.

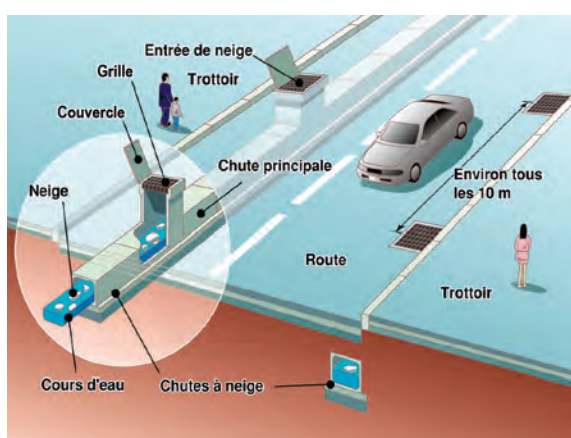


Figure 14 – Schéma d'un exutoire à neige

JAPON



Utilisation des exutoires à neige par les riverains

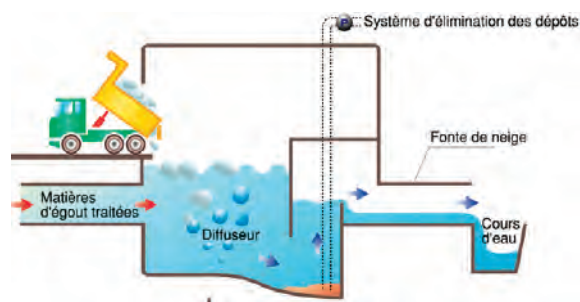
Préservation de la largeur utile de la route en été et en hiver

Figure 15 – Résultat de l'utilisation d'un exutoire à neige

Réservoirs pour faire fondre la neige

La ville de Sapporo a encouragé activement la construction de réservoirs dans les secteurs urbanisés, car ces installations, qui occupent des espaces relativement petits, permettent de faire fondre une grande quantité de neige.

La neige ramassée sur les routes est transportée par des camions-bennes qui la vident directement dans les réservoirs d'eau chauffée. L'énergie utilisée pour fondre la neige provient de sources qui étaient considérées perdues jusqu'ici, en l'occurrence les eaux usées retraitées et la chaleur produite par l'incinération des ordures. Les réservoirs utilisés en hiver servent aussi à d'autres saisons, comme réserves d'eau contre les incendies et comme réservoirs d'équilibre pour retenir les eaux de pluie et d'égout.



Source de chaleur du réservoir : eaux d'égout traitées chaudes, chaleur résiduelle produite par les usines d'incinération, etc.

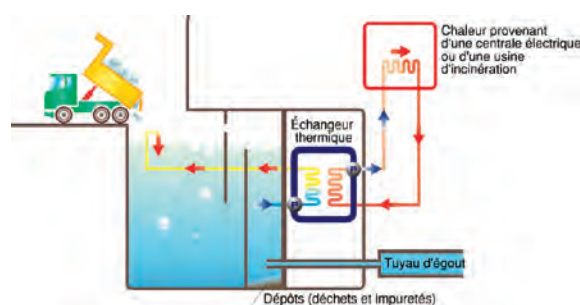


Figure 16 – Réservoir à neige : schémas et photo

3.4 Évaluation des mesures de déneigement et de déverglage

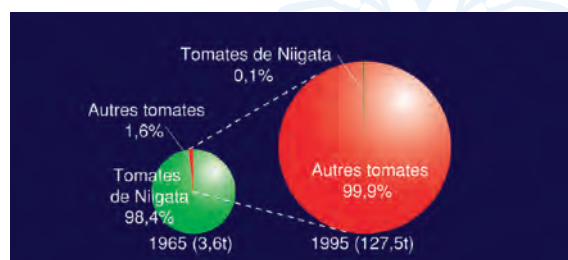
Réalisations

Les projets de déneigement et de déverglage ont donné de très bons résultats. Le déblaiement de la neige s'est amélioré et plusieurs dispositifs de protection et de contrôle (pare-neige, systèmes de fonte et chutes à neige) ont été construits, L'écart entre les régions neigeuses et les autres régions en matière de commodité de l'environnement de vie tend à se réduire.

Promotion du transport routier interrégional

Le déneigement de la plupart des routes nationales a contribué à améliorer la mobilité hivernale, ce qui favorise les échanges interrégionaux. Les régions neigeuses qui étaient auparavant isolées en hiver sont désormais plus accessibles.

En permettant une plus grande mobilité et en raccourcissant les temps de trajet, l'amélioration des conditions des échanges interrégionaux a contribué à augmenter largement les volumes transportés, notamment pour les produits agricoles et industriels.



Source : Gouvernement de la préfecture de Niigata

Figure 17 – Déchargement de tomates sur le marché central de gros de Niigata en février

JAPON

Baisse du nombre d'accidents de la circulation

La figure 18 représente la baisse significative du nombre d'accidents de la circulation survenus au niveau du tunnel d'Harushinai après l'installation d'un système de fonte de neige.

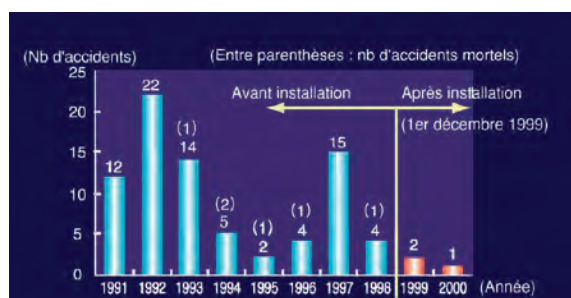
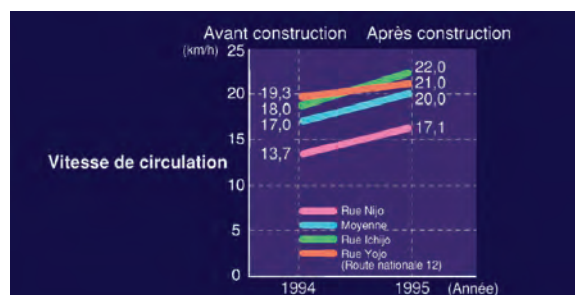


Figure 18 – Baisse du nombre d'accidents de la circulation

Réduction de la congestion du trafic

La construction des exutoires à neige a raccourci de près de 25 % les temps de trajet dans la ville d'Asahikawa.



Source : Bureau de développement régional d'Hokkaido

Figure 20 – Augmentation de la vitesse de circulation après l'installation d'exutoires à neige

Amélioration du déneigement pour les piétons, les personnes âgées notamment

Un sondage sur le déblaiement de la neige a été organisé sur un site Internet du 1^{er} février au 30 mars 2001. Il ressort de cette étude que le déneigement doit être largement amélioré pour les piétons, notamment pour les personnes âgées. Les participants au sondage étaient âgés pour la plupart d'une trentaine d'années.

3.5 Sécurité et information routière

Système d'information météo routière – Système pilote dans le district d'Yuzawa

Le système pilote est installé sur la route nationale 17, qui est gérée par le Bureau des Routes nationales de Nagaoka, ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport.

La Route nationale 17 est un axe principal qui relie la zone métropolitaine de Tokyo et la plus grande ville de la région d'Hokuriku, Niigata, au nord-ouest de Honshu. Cette route traverse des secteurs où les conditions météorologiques et topographiques sont rudes. Les 25 km de cette route entre Mikuni et la région de Kandatsu, à la limite des préfectures de Niigata et Gumma, traversent l'une des régions les plus neigeuses du Japon. La topographie de cette partie de la route est complexe : on y trouve plusieurs courbes serrées avec des rayons de 50 m ou moins et un tronçon de 14,4 km avec des pentes raides avec des gradients de 4 % ou plus. Le ministère a mis en place des mesures avancées de déneigement et de déverglage sur une partie de cet axe qui a été déclarée région pilote.

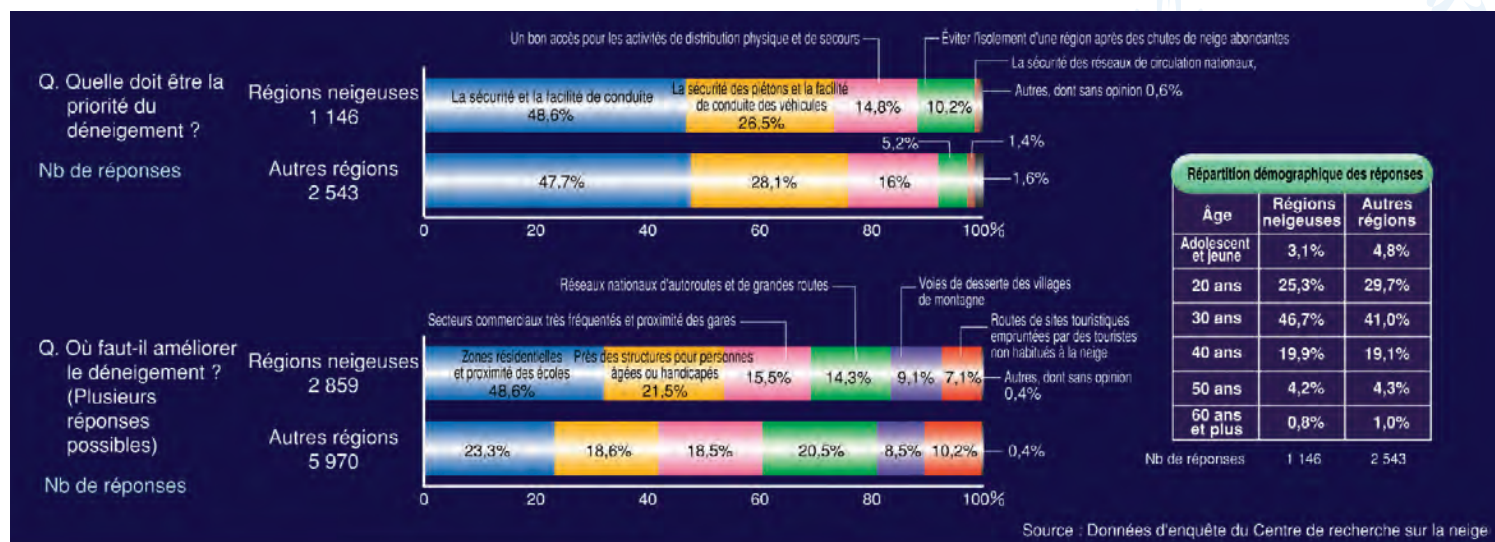
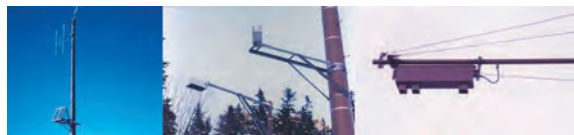
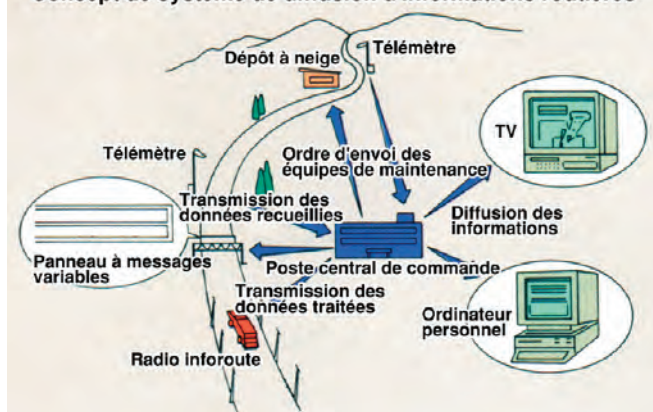


Figure 19 – Attentes des usagers de la route en matière de déneigement et de déverglage

JAPON

Concept de système de diffusion d'informations routières


Télémètre
météo

Thermomètre et
appareil de mesure
du manteau neigeux

Détecteur de
glace sur la
chaussée


Écrans de surveillance

Détecteur de verglas


Gestion à partir
d'images en temps réel

Panneau à messages variables

Figure 21 – Système d'informations météorologiques

Systèmes d'information de viabilité hivernale

Les systèmes d'information de viabilité hivernale peuvent être classés en deux catégories: ceux qui aident les administrateurs routiers dans leurs activités de service hivernal, notamment pour organiser le déblaiement de la neige et gérer la glissance, et ceux qui renseignent les usagers de la route sur les conditions météorologiques et sur l'état de la chaussée.

Entrent dans la première catégorie un système de surveillance qui donne également des prévisions météorologiques et sur l'état de la surface de roulement, un système de détection et de prévision des avalanches et des dégâts provoqués par la neige et des systèmes destinés aux centres de contrôle de la circulation qui traitent les informations en détail. Entrent dans la seconde catégorie: 1) des systèmes dotés de dispositifs de diffusion d'informations routières, par exemple des panneaux à messages variables, ceux avec un émetteur au sol et ceux avec des moyens d'information et de communication embarqués; 2) des structures d'information routière, telles que les aires de repos «Michi-no-eki» et les guichets d'information routière; et 3) des systèmes d'information par Internet qui peuvent être consultés depuis un téléphone mobile ou un ordinateur.

Le Civil Engineering Research Institute for Cold Region (CERI) a mis au point un système de soutien à l'entretien hivernal pour soutenir les mesures contre la glissance, le traitement des routes hivernales glacées, incluant la prévention de telles conditions routières. Le système fournit des prévisions de météo et de prévisions de formation de verglas sur les routes aux gestionnaires (Figure 22).

La division Routes du ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport a développé un système complet de diffusion d'informations routières sur son site Internet pour donner, via une interface unifiée, des informations sur les fermetures de routes et les restrictions de circulation sur l'ensemble du pays, mais aussi des informations météorologiques et des renseignements sur l'état de la surface de roulement.

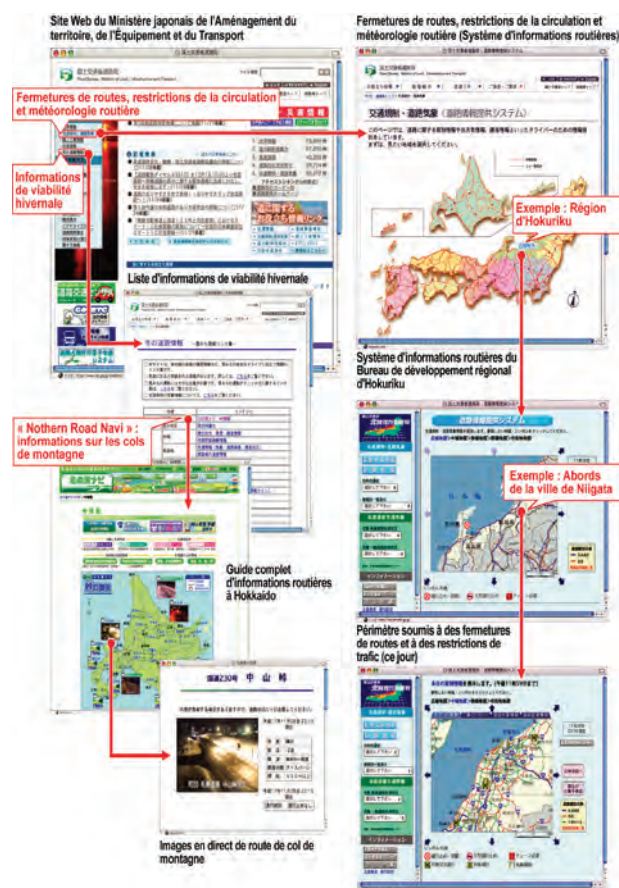


(À gauche, l'écran d'accueil; à droite, carte agrandie) L'écran d'accueil montre toute l'île d'Hokkaido. Lorsque l'on choisit une région ou un type de prévisions (météo ou formation de verglas) le système affiche une carte avec les informations demandées à n'importe quelle échelle.

Figure 22 – Système de soutien à l'entretien hivernal

JAPON

En outre, chaque bureau de développement régional a créé un site portail adapté aux circonstances locales qui donne des informations routières régionales et renvoie vers des sites Internet d'informations routières locales et les sites d'informations de météorologie routière du ministère (Figure 23). Les visites sur les sites Internet, y compris ceux accessibles par téléphone mobile, ont récemment été utilisées par les administrations routières comme indicateur de responsabilisation. Les sites Internet en rapport avec l'administration routière ont reçu quelque 44,16 millions de visites en 2004. En hiver, la plupart des visiteurs consultaient avant tout les sites d'informations routières.



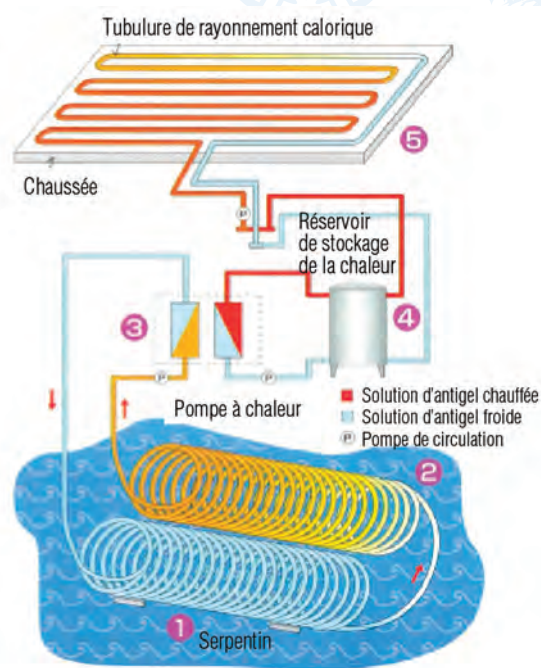
Le système complet d'informations routières sur le site Internet de l'Administration des routes, ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Infrastructure et du transport. **En haut à gauche**, le menu déroulant gauche donne des informations nationales sur les fermetures de routes et les restrictions à la circulation (flèche supérieure), de même que des liens vers une liste de sites sur le temps et les conditions de la chaussée dans les régions (flèche inférieure). **Du haut à droite jusqu'au centre à droite**, un clic sur la carte donne accès à des informations de chacun des bureaux régionaux, comme le bureau régional Hokuriku. **De ce point, jusqu'en bas à droite**, un clic donne accès aux informations sur les fermetures de routes et sur les restrictions à la circulation, comme celle des environs de la ville de Niigata. **Du milieu à gauche, jusqu'en bas à gauche**, un clic donne accès aux conditions routières hivernales d'une région donnée. La figure en bas à gauche donne de l'information sur le col montagneux à partir du site Internet du système Navi de la route du Nord.

Figure 23 – Site Internet du système d'informations routières hivernales

4. Recherches permanentes et études visant à améliorer la viabilité hivernale

Système de fonte de la neige au moyen de la chaleur de l'eau en provenance d'un lac

Le tronçon routier menant à Nagoya Snowshed sur la route nationale 40 est pentu et sinueux et il est vulnérable au verglas en hiver. Cela crée des préoccupations en matière de sécurité. Pour résoudre le problème, on a installé un système de fonte de la neige qui utilise la chaleur de l'eau du lac Inawashiro, situé tout près (figure 24). Le lac ne gèle à peu près jamais en hiver et son eau, à une profondeur de 5 mètres, se maintient entre 3 et 6 °C. La chaleur de l'eau du lac est transférée au système de fonte de neige au moyen d'une pompe à chaleur. L'utilisation de l'énergie renouvelable d'un lac ne produit pas de CO₂ et est écologique.



Configuration du système



Serpentins immergés

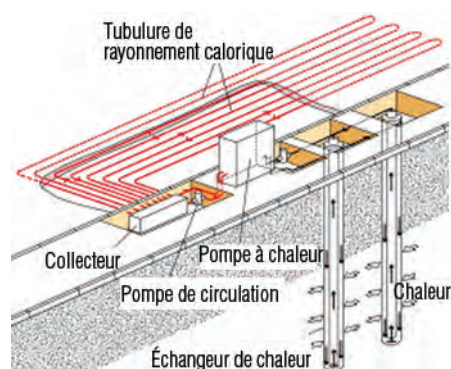
Fonte de la neige par le système

Figure 24 – Système de fonte de la neige utilisant la chaleur de l'eau d'un lac

JAPON

Système géothermique de fonte de la neige

Ce nouveau système de fonte de la neige utilise la chaleur du sol et l'énergie solaire passive, au moyen d'un échangeur géothermique et d'une pompe à chaleur (figure 25). En été, la chaussée devient chaude en raison de la radiation solaire. Cette chaleur est stockée dans le sol au moyen de l'échangeur de chaleur. En hiver, la chaleur accumulée est échangée dans la direction opposée. La pompe à chaleur chauffe la solution d'antigel qui circule dans la tubulure de chauffage installée dans la chaussée pour faire fondre la neige. Ce système utilise une énergie renouvelable qui ne produit aucun CO₂.



Configuration du système



Fonte de la neige avec le système

Figure 25 – Configuration du système géothermique de fonte de la neige

Système de fonte de la neige à énergie éolienne

La violence des vents en hiver cause des problèmes (transport de la neige par le vent et gel de la surface de roulement notamment) des deux côtés du tunnel de Nakayama sur la route nationale 49 et nuit à la sécurité routière dans le secteur. Le ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport a utilisé cette force éolienne pour alimenter en électricité une installation de chauffage de la route destinée à faire fondre la neige.

Ce système (figure 26) est avantageux en raison de son faible impact environnemental et de ses coûts d'exploitation peu élevés. En été, l'électricité produite alimente les systèmes de ventilation et d'éclairage du tunnel.

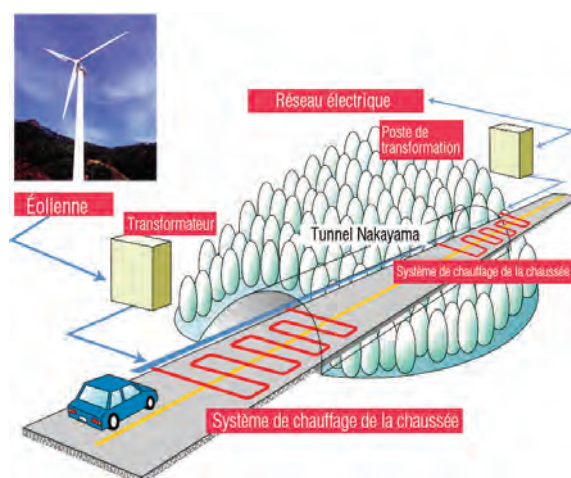


Figure 26 – Système de fonte de neige à énergie éolienne

Évaluation quantitative des conditions de la chaussée – Site Internet

Les conditions de la chaussée en hiver varient selon le moment et le lieu. Afin d'évaluer quantitativement la condition de la surface de la chaussée, le CERL a développé une méthode de surveillance continue de la friction au moyen d'un véhicule en mouvement, muni de dispositifs d'affichage et de diffusion des résultats du contrôle (figure 27).



Figure 27 – Site Internet des conditions routières hivernales

Promotion de mesures favorisant une mobilité sans obstacle en hiver

Des mesures complètes de déneigement ont été définies et mises en œuvre pour mieux contrer les obstacles à la mobilité hivernale (l'augmentation du risque de glissades et de chutes accidentelles des piétons sur les routes verglacées, la réduction de l'espace de marche après les chutes de neige, etc.,). Le déneigement total des trottoirs à proximité des gares et l'installation de systèmes de chauffage de la route font partie des mesures qui favorisent une mobilité sans obstacle.

JAPON

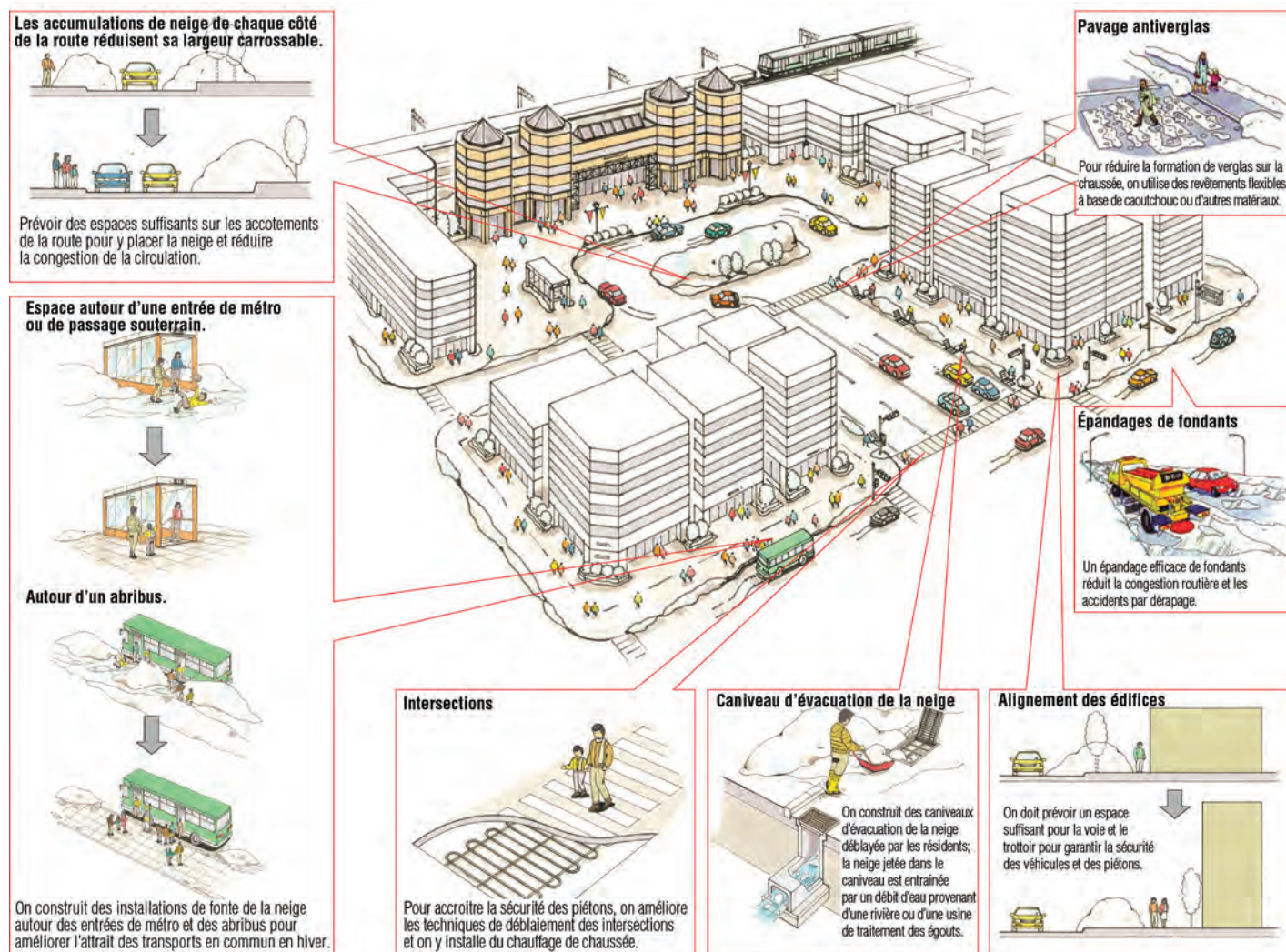


Figure 28 – Environnement favorisant une mobilité sans obstacle en hiver

5. Références

Site Internet de la Division Routes, du ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport : <http://www.mlit.go.jp/road>



LETONNIE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

La Lettonie se trouve au nord-est de l'Europe, sur la partie est de la côte de la mer Baltique. Elle est contiguë à l'Estonie, la Lituanie, la Russie et la Biélorussie. La plus grande partie du territoire de la Lettonie est située 100 m au dessus du niveau de la mer. Le sommet le plus haut est Gaizinkalns à 312 m. En Lettonie il y a plusieurs milliers de rivières et de lacs. Environ un tiers des habitants de la Lettonie (732 000) habitent à Riga. Le taux de chômage est de 10,7 %.



1.2 Réseau routier et circulation

La longueur totale de routes nationales pavées est de 12 163 km. La densité moyenne des routes nationales est de 1079 km/km². Le parc automobile de la Lettonie est de 1 205 900 véhicules, dont 932 000 automobiles. Seulement 638 123 véhicules ont subi une inspection technique, dont 530 220 automobiles.

Superficie	64 589 km ²	
Population	2,3 millions	
Densité de population	35,8./km ²	
Longueur du réseau routier	État	20 180 km
	Administrations locales	39 013 km
	Chemins forestiers	6995 km
	Chemins privés	3500 km
	Total	69 688 km
Latitude capitale	Riga 57 ° N	

En 2008, le trafic quotidien moyen sur les routes nationales principales était de 5 622 véhicules, dont 1 089 camions, soit 19,37 %.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Le climat de la Lettonie est déterminé par sa situation au bord de la mer Baltique et dans la région d'influence de l'océan Atlantique. Cette situation favorise la formation de cyclones qui déterminent le changement des conditions climatiques durant 190 à 200 jours par an. La partie ouest de la Lettonie est caractérisée par un climat maritime, avec des hivers doux et de considérables variations de température. Dans la partie est, le climat continental est accentué. L'hiver en Lettonie dure habituellement de la deuxième quinzaine de novembre jusqu'à la fin mars. L'hiver commence graduellement, avec des gelées faibles, des jours sombres, de la neige et parfois de la pluie.



LETTONIE

2.2 Statistiques météo

La température moyenne en janvier dans les régions côtières est de -2 °C et dans la partie est elle est de -7 °C. Parfois on peut observer une baisse brusque de la température jusqu'à -40 °C, qui est liée à l'entrée des masses d'air de haute pression du nord ou de l'est.

La couverture de neige persiste de la mi-décembre à la mi-mars. Dans la partie ouest, elle se conserve en moyenne de 80 à 90 jours et dans la partie est de 100 à 120 jours. À cause des dégels fréquents, la couverture de neige n'est pas épaisse. Son épaisseur peut atteindre 30 à 50 cm, alors que sur la côte elle varie de 15 à 20 cm. Pendant des années riches en précipitations importantes et pendant des hivers rigoureux, son épaisseur peut atteindre 1 m, alors que pendant des hivers doux, la couverture de neige est variable. Le nombre moyen de jours avec dégel est de moins de 60 jours par an.

2.3 Indices hivernaux

La Lettonie ne calcule pas d'indices hivernaux, quoiqu'il y a la possibilité de commencer ce travail, car l'Administration hydrométéorologique de Lettonie collecte les données et donne l'information sur les écarts de température par rapport à la moyenne décennale ou mensuelle, les quantités de précipitations et l'épaisseur de la couverture neigeuse.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Les normes d'entretien routier, tout comme les normes hivernales sont définies par la Loi de la circulation routière et le règlement national « *Exigences relatives à l'entretien des routes nationales et municipales et méthode de suivi de la performance* » qui en découle.

Les routes sont partagées en 5 classes d'entretien hivernal, selon l'importance de la route et l'intensité de la circulation :

TJMA (véhicules par jour)	Routes princi- pales	Routes de 1 ^{ère} classe	Routes de 2 ^e classe
> 5000	A	-	-
1000 – 5000	A1	A1	A1
500 – 1000	A1	B	B
100 – 500	-	C	C
< 100	-	-	D

Chaque classe d'entretien a, selon les conditions atmosphériques, certaines exigences relatives aux conditions de la chaussée :

Exigences	Classe d'entretien				
	A	A1	B	C	D
	Conditions acceptables				
Épaisseur moyenne de neige					
Aucune précipitation	Libre de neige	Libre de neige	4 cm	10 cm	Aucune limite
Pendant chute de neige - neige fondante nouvelle	6 cm 3 cm	6 cm 3 cm	8 cm 5 cm	10 cm 8 cm	
Ornières	Non	Occasio nnellement	Jusqu'à 20 mm	Jusqu'à 40 mm	Aucune limite
Durée du dégagement	3 h	4 h	6 h	18 h	Aucune limite
Durée pour prévenir la glissance	3 h	4 h	6 h	non	Aucune limite

Les prestations de service hivernales ont des spécifications élaborées par l'Administration des routes nationales de Lettonie (ARN).

Dans ces spécifications, on retrouve des exigences pour l'équipement, les matériaux, l'exécution des travaux et le résultat attendu. L'enlèvement de la neige sur les routes de l'État est exécuté par des camions équipés de lames frontales et latérales. Les routes municipales et privées sont dégagées avec des tracteurs ou des niveleuses motorisées. Pour prévenir le dérapage sur les routes de classe A et A1, l'ARN utilise le sel humide. La taille maximale des grains de sel ne peut pas dépasser 6,3 mm, les mélanges divers ne peuvent pas dépasser 4 %. Sur les routes de classe B, pour corriger la glissance, l'ARN utilise soit du sel humide, soit un mélange de sel et de sable, ou simplement du sable et pratique des stries à la surface de la chaussée. Un m³ de sel et de sable doit contenir pas moins de 120 kg de sel et la taille maximale des particules de sel ne doit pas excéder 6,3 mm. Sur les routes de classe C, des traitements sont uniquement réalisés sur les sections de routes particulières – aux croisements de routes, aux montées raides et aux virages brusques – en épandant du sable ou en faisant des stries à la surface de la chaussée. Lors de pluie verglaçante, les routes de la classe C doivent être sablées sur toute leur longueur. Sur les rues des grandes villes, on utilise le sel humide. Parfois, quand il y a beaucoup de neige, celle-ci est amassée en bordure des routes de manière à être évacuée plus tard. Les administrations locales déneigent elles-mêmes leurs routes et rues.



LETTONIE

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'Administration des routes nationales de Lettonie (ARN) est responsable de l'entretien des routes de l'État, alors que les administrations locales sont responsables de leurs routes et rues. L'entretien hivernal des routes de l'État est financé par le budget de l'État, et les administrations locales financent elles-mêmes l'entretien hivernal de leurs routes, tout en recevant des subsides de l'État.

L'Administration des routes nationales de Lettonie (ARN) établit le programme d'entretien routier hivernal, classe les routes et détermine le budget nécessaire à son entretien. Au cours de l'hiver 2008-2009, les routes nationales étaient classées comme suit.

Classe	Total km	Comprenant		
		Routes principales	Routes de 1 ^{ère} classe	Routes de 2 ^e classe
A	996	896	100	-
A1	2900	860	1913	127
B	1755	-	1202	553
C	12 886	-	2116	10 770
D	1759	-	-	1759
Total	20 296	1756	5331	13 209

Le programme d'entretien est approuvé par le ministère des Transports. Les données de base pour l'établissement du programme sont préparées par les bureaux régionaux de l'ARN; le bureau central les résume et apporte les modifications nécessaires pour établir une politique d'entretien uniforme. Avant le début de la saison hivernale, on tient des réunions avec les entrepreneurs, tant au bureau central, que dans les bureaux régionaux. Ces réunions sont l'occasion de définir les objectifs plus clairement, de même que de cerner les problématiques et d'identifier les solutions.

Les travaux d'entretien routier, incluant l'entretien hivernal, ont été adjugés à la suite d'appels d'offres au cours de l'été 2007. Le réseau routier national a été divisé, pour les fins contractuelles, en 12 zones comprenant de 1 000 à 2 500 km et couvrant jusqu'à trois districts. Tous les contrats ont été adjugés à une entreprise d'État, qui s'est vu accorder le mandat de l'entretien annuel des routes, de l'automne 2007 à l'automne 2014.



Zones contractuelles

L'entrepreneur assume l'entière responsabilité de la conformité de l'entretien à l'égard de la classe de la route. Il procède à des inspections régulières des conditions de la chaussée et il prend les décisions relatives aux interventions à faire en se basant sur des inspections visuelles, les prévisions de la météo, les données du système de météoroutier (SMR) et l'expérience accumulée. Dans chaque district, il y a une personne en devoir qui garde le contact avec l'entrepreneur et les usagers, les services de transport et les services d'urgence, l'ARN et les municipalités. On trouve 49 stations SMR le long des routes principales de Lettonie, depuis 1996.



Réseau de stations météorologiques

L'information sur la température de l'air et l'humidité, les précipitations atmosphériques, ainsi que la température de la chaussée et son état est régulièrement stockée dans une base de données. L'ARN a commencé à équiper les stations SMR avec des caméras vidéo. Toutes les instances d'entretien routier ont accès aux données par Internet. Les agents en service dans les régions fournissent des données relatives aux conditions routières, en se basant sur les données des stations SMR et les observations locales. Cette information est accessible sur le site Internet de l'ARN et est utilisée pour fournir aux usagers des informations par le biais de la radio et de la télévision.



LETTONIE

3.3 Évaluation du déneigement et du déglacage

L'objectif de l'entretien hivernal des routes est d'assurer la circulation pour le fonctionnement de l'économie nationale pendant la saison hivernale. Cet objectif est atteint. Jusqu'à présent, les coûts et bénéfices liés à l'entretien hivernal ne sont pas calculés.

L'ARN enregistre toutes les plaintes et les requêtes des usagers et donne des réponses. Après la saison hivernale, on prépare un rapport sur les résultats des travaux d'entretien hivernal ; ceux-ci sont analysés pendant des réunions communes entre l'administration des routes et les entrepreneurs.

L'ARN utilise principalement le sel humidifié comme mesure de prévention et de correction du verglas, mais utilise également un mélange de sel et de sable. L'épandage de sable et le striage de la neige compactée à la surface de la chaussée servent à prévenir les dérapages sur les routes à faible circulation.

Technologie employée	Pourcentage
Sel humide	80 %
Mélange de sel et de sable	11 %
Sable	2 %
Stries	7 %

Le déblaiement de la neige est actuellement réalisé le plus souvent à l'aide de camions équipés de plusieurs lames, dont l'efficacité est bien supérieure aux équipements lents utilisés autrefois.

Environ 80 % des épanduses sont munies du système de gestion du parc de matériel. Ce système renseigne l'entrepreneur et l'ARN sur les activités exécutées.

Les bureaux régionaux de l'ARN font l'inspection de la qualité des travaux exécutés et procèdent à la réception des travaux pour paiement final. Le personnel de l'ARN vérifie la conformité de l'entretien des routes nationales selon leur classe et il paie pour le travail exécuté. L'ARN doit approuver le système de contrôle de la qualité de l'entrepreneur avant que celui-ci puisse exécuter des travaux. Actuellement, l'ARN et l'entrepreneur sont conformes à la certification ISO 9001 : 2008.

Lorsque l'ARN découvre des dérogations aux normes de qualité, elle procède à un examen. Si le défaut est confirmé et attribuable à la négligence de l'entrepreneur, ce dernier se voit infliger une pénalité financière.

3.4 Sécurité et information routières

L'ARN a mis sur pied un centre d'informations routières. L'agent en service suit la situation des conditions routières, répond aux demandes des usagers et transmet les plaintes à l'entrepreneur. Les usagers peuvent recevoir de l'information sur les conditions routières courantes des routes nationales et des renseignements généraux sur les conditions observées sur les routes secondaires en consultant Internet.

L'ARN étudie des plans de diffusion efficace des informations routières au public avec d'autres instances qui possèdent ou produisent leurs propres données routières, comme les services d'urgence, les services de voirie des municipalités, etc. Une des pistes est la création d'un site Internet appelé RoadGuide, une plateforme nationale pour toutes les informations routières. Une autre piste consiste à faire en sorte que les services commerciaux aient un accès maximal aux informations routières, afin que ces derniers les diffusent dans des applications d'information en route, comme les interfaces que sont les fureteurs, les récepteurs de radiodiffusion de données de service (RDS) et les téléphones portables.

Avant le début de l'hiver, l'ARN informe les usagers de sa politique d'entretien hivernal et des conditions routières par l'entremise des médias de masse et de son site Internet ; elle organise la distribution de brochures dans les postes d'essence et dans les municipalités.

4. Recherches et études en cours

L'ARN travaille à plusieurs projets de transport intelligent qui sont en relation étroite avec l'entretien hivernal. L'un de ceux-ci consisterait à équiper toutes les stations SMR de caméras. Un autre consisterait à automatiser les compteurs routiers fixes sur les routes principales afin de fournir des données en ligne sur 21 tronçons importants des routes principales. Ces données et d'autres qui sont importantes dans la prise de décision en entretien routier hivernal (données météo officielles, avertissements, données météo radar et satellite) sont réunies dans un site Internet spécial à l'usage des entrepreneurs et des superviseurs d'entretien.

5. Références

www.lvceli.lv
www.csb.gov.lv
www.csdd.lv
www.meteo.lv
www.celugids.lv



LITUANIE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

La Lituanie est un petit pays d'Europe orientale près de la mer Baltique. D'un point de vue régional, la Lituanie est le plus souvent qualifiée de pays balte. Elle est située au centre géographique de l'Europe. La superficie du territoire est très proche de celle de l'Irlande et de la Lettonie. La longueur des côtes lituaniennes est de 99 km.



La capitale de la République de Lituanie est Vilnius. Il s'agit de la plus grande ville du pays, peuplée de 544 000 habitants. Le centre historique de Vilnius, la vieille ville, est un des plus grands d'Europe orientale (360 ha). Sa valeur unique a été reconnue par l'UNESCO et depuis 1994, la vieille ville de Vilnius fait partie du patrimoine mondial. Vilnius est située au sud-est de la Lituanie (54° 41" de latitude nord et 25° 17" de longitude est). Vilnius est aussi le centre administratif lituanien. S'y trouvent, les centres politiques, économiques, sociaux et culturels les plus importants.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier d'importance nationale comprend 1 750 km de routes principales (dont 310 km d'autoroutes), 4 950 km de routes nationales et 14 600 km de routes régionales. 64 % des routes sont recouvertes d'asphalte ou de béton. Il y a 2,10 millions d'automobiles dans le pays.

Superficie	65 302 km ²	
Population	3,35 millions	
Longueur des routes nationales	Routes principales et nationales	6 700 km
	Dont autoroutes	310 km
	Routes régionales	14 600 km
Routes communales et autres	Routes locales	59 400 km

La Lituanie se situe au carrefour de couloirs routiers est-ouest et nord-sud. C'est pourquoi le développement du réseau routier et l'entretien de ces routes sont une des missions les plus importantes du pays.





LITUANIE

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Les conditions climatiques. Situation géographique : la Lituanie est située sur des latitudes moyennes, près de la mer et de l'océan. Du point de vue de la diversité climatique, la Lituanie est considérée comme située dans la partie nord de la zone climatique des latitudes moyennes. La région climatique de la côte de la Baltique est plus proche du climat de l'Europe occidentale. Une grande partie de l'année, le temps est déterminé en Lituanie par des fronts atmosphériques, au nombre de 160 à 170 par an.

Forêts. Les forêts couvrent 31,7 % de la superficie du pays.

Les eaux. En Lituanie, il tombe en moyenne 748 mm de précipitations, et seulement 512 mm s'évaporent. La partie restante de 236 mm (soit 32 % des précipitations) s'écoule vers la mer en surface ou par des courants souterrains directement ou par les pays voisins. Les eaux intérieures lituaniennes (rivières, lacs, étangs et golfe de Courlande) occupent 1 903 km², ce qui représente 2,9 % de la superficie du pays.

Rivières. La Lituanie est traversée par 17 rivières de plus de 100 kilomètres. La plus longue rivière est la Nemunas, qui prend sa source au Bélarus, au sud-ouest de Minsk. C'est la quatorzième plus longue rivière d'Europe et la quatrième du bassin hydrographique de la Mer Baltique. La longueur totale des lits de rivières et des canaux en Lituanie est de 76 800 km.

Golfe de Courlande. Le plus grand plan d'eau en Lituanie est le Golfe de Courlande. C'est un grand lagon de la Mer Baltique, dont il est séparé par une longue bande de sable. La superficie du golfe de Courlande est de 1 584 km², dont 413 km² de la partie nord appartiennent à la Lituanie.

2.2 Statistiques météorologiques

La température de l'air moyenne en hiver varie de -3 °C sur la côte à -6,5 °C sur la partie orientale de la Lituanie. En été, la température de l'air moyenne est plus uniforme et varie de +17 °C à +18,5 °C.

La durée d'ensoleillement réelle en Lituanie est de 50–55 % de la possibilité maximale. La durée moyenne mensuelle de luminosité varie de 30 à 290 heures. En été, la durée moyenne de luminosité est de 8,6-9,3 heures par jour. Au mois de décembre, la durée moyenne de luminosité atteint environ 1 heure par jour.

L'humidité de l'air. L'humidité relative de l'air la plus importante (plus de 90 %) se situe au début de l'hiver, et la plus faible (environ 70 %) en mai. Elle diminue de la côte en direction du sud-est.

Il y a souvent du **brouillard** en Lituanie, principalement dans les régions occidentales (90 –105 jours par an ; durée totale du brouillard 600–650 heures).

La nébulosité. La nébulosité moyenne en Lituanie est de 7 points, sur une échelle de 10 (c'est-à-dire nuageux avec des éclaircies). Il y a 6 à 10 fois moins de jours clairs par an en Lituanie que de jours couverts.

Le couvert de neige. Au plus tôt – en moyenne vers le 15 novembre – le couvert de neige se forme dans les régions nord et est de la Lituanie, et le plus tard (en moyenne 10 jours après) sur la côte. Pendant les hivers les plus enneigés, l'épaisseur la plus importante du couvert de neige atteint même les 90 cm. L'épaisseur la plus importante du couvert de neige moyenne se trouve habituellement dans la région orientale de la Lituanie avec environ 30 cm. Les hivers les plus enneigés, le couvert de neige persistant le plus longtemps (environ 105 jours) se trouve en Lituanie du nord-est. Habituellement, la couverture de neige disparaît avant le 25 mars.

Les tempêtes de neige sont fréquentes en Lituanie. On compte plus de 20 jours en moyenne avec des tempêtes de neige à Samogitia et dans l'est de la Lituanie. Il y a eu des hivers, où les tempêtes sévissaient durant 55 jours. La durée moyenne d'une tempête de neige est de 6-7 heures.

En Lituanie, environ 75 % **des précipitations** sont liquides, 17 % mélangées, et 8 % solides (neige, grêle). Les précipitations moyennes annuelles varient de 1 000 à 1 300 heures (certaines années jusqu'à 2000 heures; on compte environ 190 jours de précipitations par année.

LITUANIE

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'Administration des routes de Lituanie (ARL) est une institution publique, fondée par le gouvernement de la République de Lituanie, qui organise et coordonne la restauration, l'entretien et le développement des routes.

Les routes d'importance nationale sont divisées en routes principales, nationales et régionales. En raison du financement, l'entretien de chaque catégorie de route peut être réalisé selon trois niveaux : élevé (niveau de service I), moyen (niveau de service II) et faible (niveau de service III). L'Administration des routes de Lituanie indique quelles routes et quels niveaux d'entretien atteindre lorsqu'elle conclut un contrat annuel d'entretien des routes avec les entreprises publiques de voirie. Au début de chaque hiver, ces entreprises déterminent les itinéraires d'entretien hivernal et préparent des programmes d'exécution qui doivent être acceptés par l'ARL.

Depuis 2002, un système d'administration pour l'entretien des routes existe en Lituanie. Ce système est décrit dans le guide pour l'entretien des routes. Ce dernier comprend 6 parties : Règles d'entretien des routes - Règles économiques d'entretien et de réparation des routes - Technologie pour la réalisation des travaux d'entretien des routes - Préparation du programme d'entretien des routes - Contrôle technique - Réception des travaux et paiement - Comptabilité des travaux d'entretien des routes et normes d'utilisation des matériaux, de l'équipement et du travail pour les travaux d'entretien des routes. Pour de plus amples informations sur ces normes, écrivez à tkti@tkti.lt.

On pratique l'épandage de sel préhumidifié sur les routes principales et les routes nationales, ce qui aide à réduire les quantités de sel utilisées. Règle générale, on ajoute au NaCl, de 5 à 30 % de CaCl_2 en solution. Lors d'intempéries extrêmes, comme de fortes pluies verglaçantes ou de basses températures, on peut ajouter du sable au sel d'épandage, ce qui améliore le coefficient de frottement de la chaussée. Sur les routes régionales, on utilise un mélange de sable et de sel ou du sable seul. Quand la température descend sous les -8°C , on utilise un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de calcium (NaCl and CaCl_2), selon une proportion 88/12, cependant, cette proportion peut changer. La capacité des saleuses est de 5 à 7 m^3 . En fonction des taux et des largeurs d'épandage, une saleuse peut couvrir une

distance de 15 à 50 km, pour une moyenne de 30 km. En Lituanie, l'épandage est nécessaire pendant une période de 120 jours environ. La stratégie de prévention de la formation de verglas permet de réduire de 20 à 40 % l'utilisation des fondants. La préhumidification du NaCl au moyen d'une solution de CaCl_2 le rend moins corrosif, surtout si l'on ajoute une petite quantité d'inhibiteurs, comme le phosphate.

En Lituanie, il n'y a pas de différences importantes entre les zones climatiques. Cela a donc peu d'influence sur la durée de l'épandage.

Les règles identifiées dans les contrats avec les entrepreneurs prévoient que les travaux doivent être commencés au plus tard une heure à partir du début des précipitations ou du verglas. Le niveau d'entretien 1 des routes principales (environ 200 km) s'applique 24 heures par jour sur la route A1 Vilnius-Kaunas-Klaipėda, la section de la route du kilomètre 10 au kilomètre 125, c'est-à-dire de Vilnius à Sitkūnai, et la route A5 Kaunas-Marijampolė-Suvalkai.

Les autres routes principales sont entretenues de 4 h à 22 h les routes nationales de 6 h à 10 h, et les régionales de 9 h à 18 h. Du 10 novembre au 1^{er} avril, les véhicules dont la masse autorisée dépasse les 3,5 t sont interdits de circulation avec des pneus d'été. Du 10 avril au 1^{er} novembre, il est interdit d'utiliser des véhicules avec des pneus cloutés.

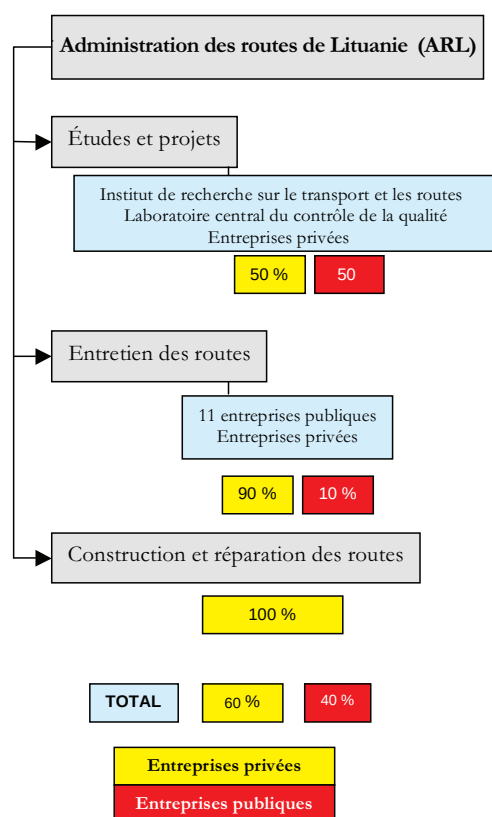
En Lituanie, le relief est assez plat et les cas où l'utilisation des chaînes est nécessaire sont très rares ; c'est pourquoi il n'y a pas d'instructions concernant leur utilisation.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'Institut de recherche sur le transport et les routes et le Laboratoire de contrôle de la qualité sont des entreprises d'état. Les projets de reconstruction de routes en Lituanie sont préparés par des ingénieurs-conseils privés. Les projets de moindre ampleur peuvent être préparés par l'Institut et le Laboratoire eux-mêmes. La plus grande partie des opérations d'entretien routier sont exécutées par les entreprises d'État. Toutefois, on peut confier certains travaux à des entreprises privées. Une partie de l'équipement peut être louée. Les routes sont construites ou reconstruites uniquement par des entreprises privées, sur une base contractuelle. L'ARL procède par appels d'offres pour les travaux confiés à l'entreprise privée. L'entretien des routes est financé à même le budget national (Programme d'entretien et de développement des routes). L'entretien hivernal accapare 40 % du budget total d'entretien routier. Au cours de l'hiver 2008-2009, le coût total de l'entretien s'est chiffré à 38 millions d'euros.

LITUANIE

Gestion de l'exploitation des routes



L'entretien des routes en Lituanie est la responsabilité exclusive des entreprises nationales d'entretien et c'est pourquoi on ne procède à aucun appel d'offres. Toutefois, ces entreprises peuvent embaucher des entrepreneurs privés pour certains travaux ou la location de certains matériels.

Les municipalités sont propriétaires des routes d'importance locale et des rues des villes. Elles sont aussi responsables de l'entretien de ces mêmes routes et rues. Les entreprises, subordonnées à l'Administration des routes entretiennent les routes d'importance nationale. Il est interdit d'entretenir des routes d'importance locale avec l'argent destiné à ces routes, et inversement.

Même lorsque l'hiver est très rude en Lituanie, il n'y a pas de restriction d'utilisation des routes. Elles ne sont jamais fermées. Les routes principales doivent être dégagées en tout temps. En cas de situations météorologiques complexes, la circulation ne peut être suspendue plus de 2 h sur les autoroutes, 3 h sur les autres routes principales, 8 h sur les routes nationales et 48 h sur les routes régionales. La circulation est parfois interrompue dans la zone

côtière, où l'eau déborde des lits des rivières à cause de la fonte printanière. Chaque année, environ 100 km de routes en moyenne sont inondés. Des limitations de poids des véhicules (jusqu'à 8 tonnes) sont possibles à cause du dégel sur les routes régionales recouvertes de gravier. Il n'existe pas de normes qui prévoient la fermeture de routes ou la limitation de leur utilisation. On gère cette question d'un point de vue pratique, selon que l'on peut rouler sur la route et que le véhicule lourd ne l'endommagera pas. Le principal indicateur de limitation est la profondeur du gel dans le sol.

Les entreprises de voirie qui entretiennent les routes réalisent les mesures de déneigement et de déglacage. La qualité de leur travail est vérifiée par les inspecteurs du Laboratoire central du contrôle de la qualité.

En hiver, le Service lituanien de météorologie donne cinq fois par jour, aux ingénieurs de voirie, des bulletins de prévisions à court terme (3 à 6 heures), et une fois par jour un bulletin à long terme (pour cinq jours).

Inspiré de la société suédoise « AerotechTelub », l'ARL a créé en 1998 un système d'information sur la météo routièr et a commencé à collecter des données sur les conditions météo et routièr. Les données sont transmises des stations de mesure à un serveur central situé à l'Administration des routes. Les données sont collectées, conservées et traitées sur ce serveur. Les utilisateurs de ces données sont divisés en deux groupes : tous les usagers des routes et les employés à l'entretien des routes. Pour ces derniers, une page Internet spéciale a été créée, sur laquelle toutes les données reçues des stations de mesure sont fournies. En 2009, on a installé 48 stations de mesure et 27 caméras. Les services de voirie reçoivent l'information par les postes de travail, situés dans leurs locaux. Le public y a accès par les médias et la page Internet de l'Administration des routes (www.lra.lt).

Le développement des systèmes d'informations routièr sur les routes d'intérêt national est déjà commencé. L'établissement de systèmes de transport intelligent adaptés aux moyens de l'ARL et la création de liens avec d'autres systèmes de transport intelligent en Lituanie est en cours. On étudie également les possibilités et les orientations du développement des systèmes d'information sur la circulation pour les routes d'intérêt national, de même que l'adhésion à un système unifié de transport intelligent pour toute l'Europe. L'Union européenne en financera une partie par l'entremise du Fonds européen de développement régional.



LITUANIE

Il est planifié de mettre le projet en route en moins de deux ans, le nouveau système commencerait à fonctionner en Lituanie à la fin de 2010. Ce système fait appel à des technologies qui fournissent des informations sur les conditions et les problèmes de circulation, de même que sur les mesures de régulation appliquées. Lorsque ce système d'information moderne sur la circulation sera mis en place sur les routes lituaniennes d'intérêt national, il fournira les services électroniques suivants aux utilisateurs :

- Des renseignements sur les travaux, leur durée, les détournements de circulation et les retards éventuels occasionnés;
- Des informations en temps réel sur l'intensité de la circulation, les vitesses moyennes sur les différents tronçons et des avertissements au sujet des perturbations de la circulation. On aura aussi accès à des prévisions à court terme sur l'intensité de la circulation (sur les routes équipées des capteurs appropriés), de même qu'aux renseignements sur les retards possibles engendrés par les perturbations de la circulation;
- Des informations sur les restrictions imposées en raison des conditions atmosphériques, des accidents ou de tout autre événement pouvant survenir, de même que des informations sur la durée des restrictions, sur les détournements et sur les retards engendrés;
- Des informations sur les conditions climatiques sur la route, sur les conditions de la chaussée (zones glissantes) et des avertissements sur les phénomènes posant un danger pour la circulation;
- La planification des itinéraires, en prenant en compte les restrictions et les conditions de la circulation, comme la recherche de l'itinéraire le plus rapide, d'un itinéraire rationnel, etc.

Le système d'informations routières sera mis en œuvre en installant des capteurs sur les routes, lesquels recueilleront les informations et en mettant sur pied un centre d'informations routières.

L'entretien technique et la maintenance des stations, des panneaux à messages variables et des caméras vidéo sont la responsabilité de la division du Laboratoire central de contrôle de la qualité.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

À chaque année, l'ARL analyse le trafic sur les routes et les allocations budgétaires; ensuite, au moyen des informations du SIR, elle détermine les niveaux de service. Selon les dernières estimations, l'entretien optimal des routes, incluant l'entretien hivernal, nécessiterait deux fois le budget présentement alloué par le programme d'entretien et de développement des routes. C'est pourquoi l'efficacité du service hivernal est conforme au niveau de financement.

Le Laboratoire central du contrôle de la qualité réalise le contrôle de l'entretien des routes en vertu d'un contrat avec l'Administration des routes. Des inspecteurs régionaux examinent les routes entretenues par les entreprises de voirie à des moments déterminés ou après des changements importants des conditions météo, uniquement sous la responsabilité des administrations routières régionales. Ils déterminent également si les travaux des entreprises de voirie répondent aux exigences fixées par le guide d'entretien des routes. Les travaux d'entretien hivernal sont rattachés aux travaux routiniers. C'est pourquoi leur paiement est réalisé sur la base de la qualité résultante.

3.4 Sécurité et information routières

L'Administration des routes de Lituanie collecte l'information sur les conditions météo et les conditions de la chaussée selon plusieurs méthodes. L'une d'entre elles est la transmission 2 fois par jour d'informations par téléphone à partir des entreprises régionales, une autre est la transmission 2 fois par jour des informations émanant des entreprises régionales par moyen électronique. La troisième méthode est la collecte d'information à partir du système d'information météorologique des routes (toutes les 15 minutes en hiver). L'ARL traite l'information obtenue et l'envoie 4 fois par jour aux médias et sur son site Internet www.lra.lt. Les restrictions de circulation sont aussi fournies. Ces informations sont transmises par les stations radio. Elle est aussi diffusée aux autres médias par les agences de presse. La transmission de l'information est aussi faite par moyen électronique. Le site de l'ARL fournit l'information de toutes les stations sur le terrain.



LITUANIE

On trouve quatre panneaux à messages variables (PMV) sur la route Vilnius–Kaunas–Klaipėda. Ils fournissent les informations météorologiques recueillies par les stations les plus rapprochées ou toute autre information disponible. Les PMV sont gérés par l'entreprise qui entretient la route ou par l'ARL.

Les usagers reçoivent les informations au sujet des accidents de la circulation, leurs conséquences, les conditions de circulation, etc., comme suit :

1. Informations concernant les accidents de la circulation et leurs conséquences transmises aux agences de presse, aux stations de radio, aux télévisions, à la presse, aux médias électroniques (données fournies sur la situation sous forme journalière, hebdomadaire, mensuelle et annuelle);
2. Préparation, édition et diffusion de publications (brochures, plaquettes, affiches, calendriers, etc.);
3. Prise de mesures de sécurité routière auprès des enfants en période hivernale (éducation sur la circulation sur route glissante, choix des endroits pour faire de la luge et du ski, etc.).

Système d'amélioration de la sécurité routière

En 2008, il s'est produit 4 897 accidents causant des blessures ou la mort. Le nombre de victimes est de 498 et le nombre de blessés de 5 940. Par comparaison avec 2007, on constate une réduction du nombre des accidents de 24,1 %, des décès de 32,7 % et des blessés de 26,1 %.

On prévoit implanter les mesures suivantes pour améliorer la sécurité routière :

- Des mesures éducatives (information dans les médias, publications sur le thème de la sécurité routière, diffusion de l'utilisation de réflecteurs pour les piétons, les cyclistes et les cavaliers, et formation pour les utiliser);
- Des mesures techniques, comme l'éclairage de certains tronçons, la construction de clôtures, la reconstruction d'intersections et de certains tronçons, la construction de pistes cyclables et pédestres, la construction de nouveaux ronds-points et l'installation de dos d'âne, de réflecteurs dans la chaussée, de garde-fous, etc.;
- Des mesures de contrôle auprès des usagers, comme la vérification de l'état des pneus et des phares des véhicules;
- Des campagnes spéciales sur la sécurité routière, pendant lesquelles l'action éducative et les mesures applicables aux usagers sont coordonnées.

La vitesse de circulation est réduite sur les autoroutes du 1^{er} novembre au 1^{er} avril. L'une des mesures les plus efficaces de réduction de la vitesse a été l'installation de caméras pour faire respecter les vitesses limites sur les routes nationales. En 2007, on en a installé 2, en 2008, 12 et en 2009, 139.

En moyenne, on évalue à environ 2 millions de litas (580 000 euros) le coût d'un décès sur les routes de Lituanie. Une de nos grandes priorités à court terme est l'amélioration de la sécurité routière. L'attention portera sur l'entretien routier, incluant l'entretien hivernal, en augmentant les ressources budgétaires, afin de réduire le taux d'accident à un niveau comparable à celui des autres pays membres de la communauté européenne.

4. Recherches et études en cours pour l'amélioration de l'entretien hivernal

L'Université technique nationale Gediminas met au point, depuis l'introduction du système d'information météorologique en Lituanie en 1998, les données obtenues à partir des stations de mesure de ce système. Elle réalise aussi une analyse de ces données et propose une prévision à long terme pour le plan des ressources.

Le groupe sur l'entretien routier de l'Association balte des routes est responsable de coordonner les études de tous les services d'entretien des trois pays baltes. Les membres de ce groupe échangent des informations sur le développement des installations d'entretien des routes, présentent de nouvelles normes nationales et autres documents normatifs régissant l'entretien des routes. Ils s'appuient aussi sur les propositions préparées par les pays pour organiser le travail hivernal des services d'entretien sur la Via Baltica et sur les autres routes internationales.

5. Références

Administration des routes de Lituanie (ARL) - www.lra.lt

Laboratoire central du contrôle de la qualité (entreprise publique "Problematika") - www.probl.lt

Institut de recherche sur les transports et les routes - www.tkti.lt



MAROC

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information sur le pays

Le Royaume du Maroc couvre une superficie de 710 850 km². Il est situé au nord-ouest de l'Afrique, à peine 15 km au sud de l'Espagne par le détroit de Gibraltar. Au sud, le Maroc est bordé par la Mauritanie et à l'est par l'Algérie. Sa population est de 30 millions d'habitants, dont plus de la moitié vit en milieu urbain. Le climat est méditerranéen au nord, atlantique à l'ouest, saharien au sud. Aussi, le climat est généralement tempéré grâce à la mer (près de 3 000 km de côte). La capitale du Maroc est Rabat. Parmi les grandes villes du Maroc, on peut citer : Casablanca, Rabat, Tanger, Agadir, Tétouan, Fès, Marrakech, Meknes et Safi.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier marocain géré par la Direction des Routes totalise un linéaire de 57 347 km de routes dont 38 545 km sont pavées et 18 802 km sont à l'état de pistes.

Le réseau routier pavé est classé en trois catégories :

- routes nationales avec un linéaire de 9 994 km;
- routes régionales avec un linéaire de 9 324 km;
- routes provinciales avec un linéaire de 19 227 km.

Ce réseau fait l'objet d'un entretien courant assuré tout au long de l'année par les moyens de l'Administration et d'un entretien périodique (renforcement, revêtement, élargissement, marquage routier, etc.) fait par des entreprises privées.

Le réseau autoroutier est de l'ordre de 920 km et 555 km d'autoroutes en cours de construction. Ce réseau est géré par la société nationale des autoroutes du Maroc.

La circulation routière mesurée en 2008 est de 66,01 millions de véhicules-kilomètres/jour contre 60,41 millions véhicules-kilomètres/jour en 2007, soit un taux d'accroissement de 9,27. Le parc automobile est de l'ordre de 2,2 millions de véhicules.





MAROC

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser

Le climat du Maroc est très différent selon les régions. Les régions littorales bénéficiant d'un climat tempéré contrastant avec le climat désertique du sud et de l'est du pays. Considéré depuis l'extérieur comme un pays chaud, le climat marocain comporte pourtant beaucoup de nuances. Méditerranéen au nord, océanique à l'ouest, continental à l'intérieur des terres et saharien au sud, le climat du pays varie, bien sûr, en fonction des saisons.

Globalement, l'été est chaud et agréable sur la côte et dans les montagnes mais s'avère étouffant dans le sud et les grandes villes. En hiver, les zones côtières bénéficient de températures relativement douces. À contrario, l'hiver est froid et très humide sur l'ensemble du relief, qui constitue une très grande partie du Maroc.

Sur la côte occidentale, les températures moyennes varient entre 8° et 21 °C en hiver, du plus froid au plus chaud de la journée. En été, elles varient de 17° à 27 °C. Dans l'intérieur du pays, les températures moyennes hivernales varient entre 4° et 20 °C. Les hivers sont froids et pluvieux avec les apparitions fréquentes de gel et chutes de neige dans le moyen et le haut Atlas. Dans ces régions, les chutes de neige sont très abondantes pendant l'hiver et peuvent se prolonger jusqu'au mois de mai et les températures peuvent descendre exceptionnellement jusqu'à -18 °C tandis que pendant l'été, elles sont assez agréables avec 20°C en moyenne.

Les saisons des pluies ont lieu généralement d'octobre à novembre et d'avril à mai. Notons que le nord-ouest du Maroc, le Rif, est la zone la plus arrosée du Maroc.

Le Maroc présaharien et saharien a un climat désertique sec. Même en hiver, le climat du désert est chaud et sec dans la journée, mais devient très froid la nuit.

2.2 Statistiques météorologiques

Au Maroc, les activités relatives aux informations et aux prévisions météorologiques et climatologiques sont fournies par la Direction de la Météorologie Nationale (DMN). Ces données concernent une panoplie de produits climatologiques à la demande concernant la température, les précipitations, le vent, l'humidité, la neige, le brouillard, la grêle, etc.

Les prévisions météorologiques générales peuvent être d'une échéance :

- égale ou inférieure à 48 heures :
 - bulletin de prévision de 1 à 4 paramètres;
 - bulletin de prévision pour plus de 4 paramètres;
- de 72 heures :
 - bulletin de prévision de 1 à 4 paramètres;
 - bulletin de prévision pour plus de 4 paramètres;
- de cinq jours (moyenne échéance) :
 - bulletin de prévision moyenne échéance.

La DMN dispose actuellement de 44 stations météorologiques. Dans son programme stratégique, celle-ci prévoit la modernisation et l'extension de son réseau.

La pluviométrie annuelle au Maroc est de l'ordre de 810 mm à Tanger, 550 mm à Rabat, 400 mm à Casablanca, 250 mm à Marrakech et Agadir, 350 mm à Oujda, 1 200 mm à Ifrane et 30 mm à Dakhla.

2.3 Indices hivernaux

Au Maroc, de façon générale, la saison hivernale se caractérise par le nombre de jours de chutes de neige, les épaisseurs de neige enregistrées sur le réseau routier et le nombre d'heures pendant lesquelles le lien routier est interrompu en raison des mauvaises conditions climatiques. Ainsi, les trois dernières années ont été caractérisées par ce qui suit :

Désignation	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Nombre d'heures d'interruption	5223	1027	700	9660
Nombre de jours avec chutes de neige sur les routes	17	15	12	74
Kilomètres de routes enneigées	4251	3714	2486	4900



MAROC

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

La circulation routière est régie par le code de la route de 1953 dont la refonte est déjà votée dans la première chambre du parlement.

Pour la viabilité hivernale, il n'y a pas de normes précises sur les travaux de déneigement. La préparation de la saison hivernale est régie par une circulaire de la Direction des routes qui trace la stratégie à adopter en matière de préparation et d'intervention.

La signalisation des sections enneigées est conforme à l'instruction marocaine sur la signalisation routière. Les panneaux de prescription sont implantés sur le réseau routier sur la base d'un arrêté du ministre de l'Équipement et des Transports.

Les coupures et les fermetures des routes en raison de la neige font l'objet de communiqués établis par la direction des routes et envoyés à la radio et à la télévision marocaines pour en informer le grand public.

Les travaux de déneigement se font généralement avec des chasse-neige (camions ou niveleuses) sauf lorsque les épaisseurs de neige dépassent les 50 cm; dans ce cas l'utilisation des turbines à neige est nécessaire.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

La Direction des Routes (DR) est une direction opérationnelle du ministère de l'Équipement et des Transports (MET). Elle est représentée au niveau territorial par 16 directions régionales de l'équipement et des transports (DRET), 36 directions provinciales de l'équipement et des transports (DPET) et 7 services logistiques et matériel (SLM). Ces derniers sont des entités autonomes. Ils mettent à la disposition des DRET et des DPET le matériel nécessaire (engins TP et camions) pour assurer l'entretien courant, le déneigement et le désensablement des routes.

L'une des missions fondamentales de la Direction des Routes (DR) est d'assurer, pour les usagers de la route, de manière constante et sécuritaire, la pérennité de la circulation sur le réseau routier. Toutefois, le réseau routier est assujéti à des phénomènes naturels qui menacent la pérennité de la circulation durant les différentes périodes de l'année. L'enneigement, l'ensablement et les glissements de terrain sont les phénomènes les plus répandus au Maroc. L'enneigement est fréquent dans les régions du Rif, du moyen et haut Atlas sur un linéaire de 5 000 km environ. L'ensablement est rencontré dans les zones désertiques du sud du Royaume. La lutte contre ces phénomènes constitue une préoccupation majeure de la DR.

En matière de viabilité routière, la stratégie du ministère de l'Équipement et des Transports est basée sur :

- la préservation de la sécurité des usagers de la route en tout temps;
- le rétablissement de la viabilité routière dans des meilleurs délais pour assurer la pérennité de la circulation.

En matière de rétablissement de la viabilité (déneigement, crues, éboulis, etc.) en général, les interventions sont hiérarchisées comme suit :

- en premier lieu, l'intervention se fait sur le réseau structurant et stratégique pour permettre les transitions intervilles ainsi que l'acheminement des biens de consommation à partir des pôles économiques;
- en second lieu, l'intervention se fait sur le réseau à moyen trafic pour atteindre les chefs-lieux des communes rurales puis l'intervention sur le réseau à caractère local;
- après l'intervention sur le réseau principal, les équipes territoriales du MET contribuent au désenclavement de la population rurale la plus reculée.

En matière de déneigement, la Direction des Routes procède selon un ordre de priorité des interventions basé selon chaque type de réseau. L'objectif est un rétablissement le plus rapide possible de la viabilité globale du réseau routier pour une province donnée et, donc en premier lieu, l'accès pour la population locale aux biens et aux services et la facilité de déplacement ensuite.

Le ministère de l'Équipement et des Transports dispose de 800 engins et camions TP dont 105 engins spécifiques de déneigement (turbines à neige, camions chasse-neige et niveleuses) et 15 porte-chars pour la mobilité du matériel au niveau régional et national.





MAROC

L'opération de déneigement des routes ne pouvant pas s'effectuer simultanément sur l'ensemble du réseau routier enneigé, il importe de procéder à une hiérarchisation des routes selon leur importance économique et stratégique. Ainsi, trois niveaux de service ont été définis :

Niveau de service S1 (1 850 km)

Les routes classées dans ce niveau de service bénéficient d'une intervention continue (en l'absence de tempêtes de neige) de jour comme de nuit afin que la circulation y soit maintenue dans de bonnes conditions en permanence ou, le cas échéant, dans des délais très courts n'excédant pas 4 heures après la fin d'une tempête de neige. En général, ce sont les routes nationales et les routes régionales importantes qui sont classées dans ce niveau.

Niveau de service S2 (1 700 km)

L'intervention sur les routes classées dans ce niveau de service n'est pas continue. Il est toutefois demandé d'assurer des conditions de circulation acceptable pendant le jour tout en organisant, le cas échéant, des convois en cas de chutes de neige prolongées.

Niveau de service S3 (1 360 km)

Aucun délai n'est imposé pour les routes classées dans cette catégorie. Des conditions de circulation acceptables y sont assurées dès que possible.

Le réseau routier est soumis à des chutes de neige plus ou moins importantes selon les régions et les périodes. La période la plus enneigée s'étend du mois de novembre au mois de mars. Au niveau territorial, les actions entreprises en cas d'enneigement sont les suivantes :

- fermeture des barrières à neige en cas de tempêtes;
- gardiennage de part et d'autre des sections enneigées;
- réorientation du trafic sur les axes de rechange, s'il en existe;
- diffusion de l'information des interruptions;
- mise en œuvre du plan d'intervention pour le déneigement des sections où le service routier est interrompu;
- réouverture des sections interrompues;
- diffusion de l'information.

La préparation de la saison hivernale commence au mois de septembre de chaque année. Elle se fait à deux niveaux :

- au niveau central de la direction des routes; et
- au niveau territorial (DRET et DPET).

Au niveau central, les responsables du service hivernal procèdent à :

- la préparation d'une note circulaire adressée à toutes les DRET et DPET concernées par la neige pour la mobilisation des moyens humains et matériels et la réalisation des opérations d'entretien préventif des points sensibles du réseau routier;
- effectuer des visites de certaines DRET et DPET pour les assister et apprécier les mesures prises au niveau territorial dans le cadre de la préparation de la saison hivernale;
- la tenue d'une réunion de sensibilisation avec les responsables de la salle de permanence de la DR et la vérification de la bonne marche de tous les équipements de la salle (téléphone, télécopieur, photocopieur, etc.);
- la visite du parc des ponts de secours à Oued Zem (DPET de Khouribga) pour prendre connaissance des préparatifs.

Au niveau territorial, les DRET et les DPET procèdent à :

- la préparation de la salle de permanence qui doit comprendre, entre autres, un télécopieur, un téléphone, un poste de radiocommunication, une grande carte du réseau routier avec l'indication des points sensibles et les itinéraires de rechange (itinéraires bis), le programme de l'astreinte, etc.;
- la vérification et la préparation du matériel de déneigement et celles du système de radiocommunication;
- la réalisation des opérations de curage des ouvrages d'assainissement et des fossés, l'entretien des ouvrages d'art, l'entretien et/ou le renouvellement des panneaux de signalisation verticale, l'implantation des balises au niveau du réseau enneigé;
- la visite des points sensibles du réseau routier;
- l'entretien des barrières et des abris à neige;
- la tenue d'une réunion avec les DRET et les PET limitrophes et les responsables de la viabilité hivernale de la DRET et ceux de la DPET;
- l'approvisionnement en fondants (sel, grains de riz, pouzzolanes, etc.) pour la lutte contre le verglas.



MAROC

Il est intéressant de rappeler qu'un minimum de service est assuré à l'intention du personnel qui œuvre au maintien de la viabilité hivernale : hébergement, ravitaillement, habillement, chauffage, primes pour travaux pénibles, etc.

Le diagnostic externe identifie les opportunités et les menaces présentes dans l'environnement. Celles-ci seront déterminées à l'aide du modèle d'analyse stratégique PESTEL (politique, économique, social, technologique, écologique, légal).

La viabilité hivernale des routes constitue une véritable problématique en termes d'impact sur ces différents environnements.

Environnement politique

La viabilité hivernale suscite de plus en plus l'intérêt des élus et des autorités locales. En effet, ceux-ci deviennent sensibles aux interruptions du service routier par la neige. Ils expriment leur intérêt à travers des déclarations à la presse, des questions posées au parlement, des lettres adressées au ministre de l'Équipement et des Transports, etc.

Les élus, locaux et nationaux, s'intéressent à la viabilité hivernale, soit parce que l'action semble rentable et bénéfique en termes d'investissement électoral, soit parce qu'ils sont à leur tour soumis aux pressions des usagers, des commerçants, de leurs associations et de la population en général.

Au fur et à mesure que la décentralisation se développe, la gestion de la viabilité hivernale en milieu urbain relève des élus locaux. Concernant les autorités locales et les services déconcentrés, notamment les services extérieurs du ministère de l'Équipement et des Transports, ils sont responsables devant leur ministère respectif de tutelle, chacun dans son domaine de compétence, de la sécurité publique, de la fluidité du trafic, de la continuité des services publics, de la pérennité de l'activité économique, etc. En principe, les collectivités territoriales (autorités locales, conseils municipaux, conseils régionaux) travaillent en collaboration.

Environnement économique

C'est une évidence d'affirmer que la route se situe au cœur de l'activité économique moderne et des besoins en mobilité démographique. C'est ainsi qu'au Maroc, 90 % des personnes et 75 % des marchandises sont mobilisées par la route. Par conséquent, l'interruption du service routier porte un réel préjudice à la population et à l'activité économique et commerciale.

Même si elle est devenue, déjà au 20^e siècle, un atout économique (stations de ski, etc.), la neige continue de poser de nombreux problèmes aux hommes qui, au cours du temps, ont tenté de réduire son emprise et ses effets négatifs.



Les interruptions du service routier par la neige sont onéreuses et coûtent très cher à la collectivité. Elles :

- affectent l'activité économique et commerciale;
- réduisent les déplacements personnels vers des destinations à vocation touristique;
- provoquent la rareté des denrées alimentaires, les ruptures de stocks des médicaments.

Comme conséquence, les prix des produits de première nécessité augmentent et affectent le pouvoir d'achat de la population. Celui-ci est déjà faible car les régions concernées présentent un sous-développement dans leur ensemble.

Environnement social

Les interruptions du service routier dues à l'enneigement du réseau exacerbent l'enclavement et l'isolement de plusieurs localités, gênent le transport des personnes et des marchandises. Elles perturbent l'accès aux soins et aux centres éducatifs et socio-administratifs. Ces interruptions perturbent la scolarité des enfants. Du coup, elles causent l'insatisfaction et le mécontentement de la population et enracinent parfois le sentiment de marginalisation et d'exclusion. En effet, de plus en plus sensible à la qualité et à la continuité de service, l'utilisateur recourt aux plaintes et aux réclamations.



MAROC

Si les infrastructures constituent indéniablement un moyen d'ancrage de la population dans certains espaces géographiquement défavorisés (montagnes, zones éloignées des centres urbains, etc.), les interruptions de service alimentent, au contraire, l'exode rural et contribuent à vider le milieu rural.

Environnement technologique

La viabilité hivernale s'inscrit de plus en plus dans un environnement technologique :

- NTIC (internet, GSM, etc.), l'utilisateur peut contacter le ministre ou lui envoyer des messages pour exprimer sa satisfaction ou son insatisfaction;
- télévision et radio, presse écrite : l'utilisateur peut exprimer son opinion à travers la presse, la radio ou la télévision;
- bulletin météorologique : les prévisions météo peuvent être utilisées pour mieux se préparer à faire face à la neige (anticipation, prévention, positionnement du matériel au niveau des points névralgiques, etc.);
- matériel de déneigement très performant muni du système GPS et de radiocommunication avec des cabines climatisées;
- engins de salage automatiques pour déverglacer les chaussées.

Milieu écologique et environnemental

La viabilité hivernale a un impact important sur l'environnement :

- surconsommation de carburant et de lubrifiants;
- les fondants routiers (sel) polluent la nappe phréatique et réduisent la flore.

Les activités d'entretien et d'exploitation de la route sont susceptibles d'influer sur la qualité des milieux naturels situés à proximité de la chaussée. Au Maroc, les préoccupations écologiques et environnementales sont prises en compte dans l'élaboration et la mise en œuvre des plans de viabilité hivernale. Ainsi, au niveau des fondants routiers, nous utilisons un matériau naturel (pouzzolanes) rencontrés en abondance dans la région d'Ifrane et Khénifra et qui permet de réduire l'impact sur la faune et la flore et la nappe phréatique.

Environnement légal, juridique et consignes de sécurité

La viabilité hivernale impose le respect rigoureux des dispositions juridiques et réglementaires qui en régissent la gestion et l'organisation. En particulier, il importe de se conformer strictement aux dispositions du code de la route. En présence de la neige, les normes de sécurité consistent spécialement au respect des panneaux de signalisation, à la conduite à l'intérieur des convois, à la limitation de vitesse, au respect des distances sécuritaires entre véhicules et des barrières à neige, etc.

Outre les bulletins météorologiques, les chaînes de télévision et les stations de radio éditent régulièrement des bulletins indiquant l'interruption du service routier par la neige, la fermeture et la réouverture de routes.

Un numéro de téléphone de la DR (05 37 71 17 17) est mis à la disposition des usagers de la route 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 pour connaître l'état présent et évolutif du réseau routier.

Par ailleurs, au même titre que les usagers de la route, les agents de déneigement sont confrontés, lors de leurs différentes interventions, au flot de circulation et s'exposent, par conséquent, à divers dangers potentiels. Leur sécurité doit faire l'objet d'une attention particulière et permanente à travers, notamment, une signalisation adéquate.

3.3 Sécurité routière et information routière

La sécurité des usagers de la route est la première priorité des responsables de la direction des routes. Toutes les dispositions sont mises en œuvre pour assurer la sécurité des usagers et éviter les incidents sur les routes enneigées.

Grâce à la vigilance des équipes de viabilité, nous n'avons enregistré aucune perte de vie humaine sur le réseau routier enneigé en raison des interruptions du service routier par la neige. Avant la fermeture de barrières à neige, les équipes parcourent toujours les sections enneigées pour s'assurer qu'il n'y ait pas d'usager à l'intérieur desdites sections. Les barrières ne s'ouvrent qu'après l'achèvement des opérations de déneigement et le traitement de chaussées par les fondants routiers. La circulation par convois qui se pratiquent souvent sur le réseau enneigé est toujours escortée par les engins de déneigement.



MAROC

Communication interne

En cas d'interruption du service routier par la neige, les DRET et DPET concernées communiquent l'information dans l'immédiat à la DR et aux DRET et DPET limitrophes par téléphone au 05 37 71 17 17, par télécopieur au 05 37 71 32 54 et par l'Inforoute (SMS et Internet) aux DRET et DPET limitrophes.

Radiocommunication

La DR a mis en application, depuis 1993, un système de radiocommunication basé sur les bandes VHF/UHF. Ce système, qui est généralisé dans les 51 DRET et DPET, permet :

- de maîtriser l'information;
- de suivre de près les équipes d'intervention opérant sur le terrain au moment des opérations de déneigement, de salage, de désensablement et de l'entretien routier courant, etc.;
- d'avoir un réseau de communication propre indépendamment de l'encombrement des réseaux existants;
- de réduire le temps de prise de décision et de mettre fin à l'improvisation et aux retards en cas de phénomènes naturels et, par conséquent, améliorer le service public offert à l'usager de la route;
- d'améliorer la coordination entre les DPET limitrophes.

La totalité des engins d'entretien et de déneigement sont équipés du système de radiocommunication.

Inforoute

Dans l'objectif de modernisation de ses outils de gestion, la DR a élaboré, en 2005, un système informatisé de gestion de l'information sur les incidents routiers qui sont au nombre de cinq, à savoir l'enneigement, l'ensablement, les accidents de la circulation routière, les dégâts de crues, les problèmes des ouvrages d'art et les travaux sur la route.

Ce système, qui est basé sur le réseau Internet et la messagerie SMS du téléphone GSM, permet, entre autres :

- d'améliorer le temps de cueillette des données;
- de partager ces données, en temps réel, avec les différents responsables du ministère de l'Équipement et du Transport pour aider à la prise de décision;
- d'améliorer le support d'information du grand public;
- de constituer une base de données sur les incidents de la route.

Ainsi, les informations sur les incidents survenus sur la route sont transmises soit par SMS à partir du lieu de l'incident sous forme d'information résumée, soit par Internet. Dans ce dernier cas, c'est l'utilisateur autorisé du système qui ajoute les informations sur les incidents routiers. Les informations communiquées sont le numéro de la route, le point kilométrique, le type d'incident, le bilan de l'incident et, éventuellement, un commentaire sur l'incident.

Le système permet aussi à son administrateur d'élaborer, d'une manière semi-automatique, les communiqués concernant les conditions de circulation (en français et en arabe) et de les transmettre aux destinataires avec, en pièces jointes, les cartes de localisation de l'incident.

Communication externe

Le numéro de téléphone : 05 37 71 17 17

Pour l'information du grand public, la DR dispose d'un numéro de téléphone (05 37 71 17 17) qui fonctionne 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et qui informe le public sur l'état du réseau routier notamment les conditions de circulation pendant les chutes de neige.

Les médias

L'information du grand public se fait aussi à l'aide de communiqués à la radio, à la télévision et à la presse. Ces communiqués (interruptions du service routier ou réouverture de routes) sont établis par le service exploitation et viabilité de la DR.

Panneaux à messages variables

Dans le cadre de l'amélioration des conditions de circulation et du niveau de service sur les axes routiers, la DR a installé des panneaux à messages variables pour informer, en temps réel les usagers de la route sur l'état du réseau surtout en période de déneigement, avec les possibilités de déviations. Ces panneaux sont implantés sur les routes suivantes :

- à Meknès, sur la RN8 à la sortie de la ville de Meknès vers El hajeb;
- à Fès, sur la RN8 à la sortie de la ville Fès vers Ifrane;
- à Ifrane, sur la RN8 à la sortie de la ville vers Azrou;
- à Azrou sur la RN13 à la sortie vers Midelt au centre de la ville d'Ifrane.



MAROC



Ces panneaux sont gérés à partir des postes de commande liés par modem via le réseau téléphonique commuté. Le poste de commande principal est implanté à la DPET d'Ifrane.

Fax et téléphone

L'information sur les interruptions du service routier et les réouvertures de routes est communiquée aussi par téléphone et télécopieur à l'autorité locale et à la gendarmerie Royale.

Pour suivre les évolutions météorologiques et dans le cadre d'une entente avec la Direction de la Météorologie Nationale, les services de la DR reçoivent quotidiennement des bulletins météorologiques de moyenne échéance (4 jours) comportant des renseignements sur le temps observé et prévu et, le cas échéant, des bulletins météorologiques d'alerte relatifs aux intempéries et à l'annonce de chutes de neige.

En cas de bulletins d'alerte, les services centraux de la DR avertissent, à temps, les services extérieurs concernés et suivent de très près les différentes actions entamées sur le terrain pour atténuer les risques engendrés par les intempéries.

Les services territoriaux concernés par ces alertes lancent des opérations de reconnaissance de l'état des points sensibles et procèdent au suivi et à la vérification de l'état des interruptions.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

En matière de matériel de déneigement, la Direction des Routes a acquis, depuis 2005, 31 unités de déneigement auxquelles s'ajoutent 3 turbines à neige actuellement en attente de livraison. Ces engins sont équipés de système de radiocommunication.

Des panneaux à messages variables (PMV) ont été implantés dans la région d'Ifrane pour informer les usagers sur les conditions de chaussée.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La Direction des Routes donne à la fonction des ressources humaines une dimension stratégique et créatrice de valeur. Le personnel qui oeuvre dans le secteur de la viabilité hivernale est expérimenté et dévoué et démontre un sentiment d'appartenance élevé apparenté à un groupe d'élite. Ce personnel ne compte pas ses heures de travail et fait de son mieux pour satisfaire l'utilisateur de la route. Les nouvelles approches de gestion sont basées sur la logique d'intervention par axe. Les limites entre provinces n'existent pas dans les opérations de déneigement. En effet, les équipes de déneigement d'une province donnée continuent à déneiger sur le même axe jusqu'au moment où elles rencontrent les équipes des autres provinces.

Les efforts sont accentués pour le développement de l'anticipation et de la surveillance routière (patrouillage) afin d'améliorer la réactivité et la rapidité de mise en œuvre des interventions face aux conditions climatiques et aux sollicitations de l'environnement.

4.3 Coopération transnationale visant à améliorer les niveaux de service entre pays limitrophes

La nécessité de mieux gérer la viabilité hivernale constitue une importante préoccupation de la Direction des routes. Depuis sa création, elle a opté pour le développement de la coopération technique avec ses homologues tant des pays industrialisés que ceux des pays en voie de développement.

L'objectif de cette coopération étant d'améliorer la gestion et les procédures pour répondre aux problèmes actuels et futurs rencontrés dans le domaine de la viabilité hivernale.



MAROC

Ainsi, une coopération bilatérale a été mise en œuvre entre le Maroc et d'autres pays collaborateurs dans les domaines liés à la viabilité hivernale, à savoir :

- coopération entre le Maroc et la Suède dans le domaine de la sécurité routière a permis de doter les services de la DR d'outils technologiques de gestion de l'exploitation et de la sécurité routière avec un axe précis sur le système d'information et d'exploitation des routes enneigées ou exposées aux intempéries. Des recommandations importantes ont été émises et qui portent sur les aspects suivants : matériel de déneigement, équipements routiers, techniques de déneigement et de lutte contre le verglas, les systèmes d'information, l'infrastructure routière;
- coopération avec le Japon qui a abouti à la construction d'un institut de formation aux engins et à l'entretien routiers. Depuis 1993, plus de 5 000 techniciens marocains et 200 cadres des pays d'Afrique ont bénéficié d'une formation de cet institut;
- coopération avec la France dans le domaine de la signalisation routière et qui a permis d'élaborer un guide sur la signalisation routière en milieu urbain ainsi que l'introduction de nouveaux signaux routiers.

5. Références

Bibliographie

Mr. JANATI IDRISSE, *La gestion de la viabilité hivernale au Maroc*, publié dans la revue générale des routes et aérodromes (France) n° 852, octobre 2006.

Mr. JANATI IDRISSE, thèse intitulée *Développement stratégique de la viabilité hivernale au Maroc* pour l'obtention d'un Master spécialisé en Management Public.

XII^e International Winter Road Congress, Torino (Italie), 26 au 30 mars 2006.

Webographie

www.internaute.com/voyage/maroc/climat

www.marocmeteo.ma

www.mtpnet.gov.ma



NORVÈGE

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations générales

Le Royaume de la Norvège est une monarchie constitutionnelle. La superficie du Royaume de Norvège est de 385 155 km², soit 323 758 km², pour la partie continentale et 61 397 km², pour Svalbard et Jan Mayen. La population comptait 4 554 000 personnes au 1^{er} janvier 2003. L'unité monétaire est la couronne norvégienne (NOK). Un euro valait 8,42 NOK en août 2004.

La longueur de la côte est de 25 148 km, y compris les fjords. Le plus grand lac, le lac Mjøsa fait 362 km². La plus haute montagne, le Galdhøpiggen atteint 2469 m.



La Norvège est un pays surtout montagneux. La côte ouest est creusée de fjords profonds et parsemée d'îles le long de la côte. La Norvège est le pays qui a le plus de littoral côtier d'Europe. Le facteur économique le plus important est lié aux activités pétrolières. Il représente 40 % du produit intérieur brut. Les entités administratives de la Norvège sont le Regjering (gouvernement) et le Storting (parlement) avec des élections tous les 4 ans. Il y a 20 comtés et 434 municipalités. La latitude de la capitale Oslo est de 60° Nord.

1.2 Réseau routier et circulation

Les catégories de routes en Norvège sont les suivantes :

Type de route	Longueur
Autoroutes à 4 voies classe A	213 km
Grands axes routiers comprenant les autoroutes	8875 km
Autres routes nationales	18 377 km
Routes départementales	27 027 km
Routes municipales	38 234 km
Routes publiques totales	92 513 km
Routes privées, forestières, fermes	122 939 km

Toutes les routes nationales sont pavées. Parmi les autres types, on trouve beaucoup de routes non pavées. On compte 3,7 millions de véhicules, dont 1,9 million de voitures de promenade. Le trafic total sur les routes nationales et régionales est d'environ 31,7 millions de véhicules-kilomètres.



NORVÈGE

Transport de passagers, par mode de transport¹

Type de transport	Millions de passagers		Millions de passagers-kilomètres		
	2000	2001	2000	2001	%
Total	4 290	4 378	62 690	63 499	100
Fluvial	46	45	845	841	1,3
Ferroviaire	158	159	3 287	3 208	5,1
Routier	4 076	4 165	54 137	55 330	87,1
Aérien	10	9	4 422	4 120	6,5

¹ Les passagers traversant les frontières et en transit ne sont pas inclus. **Source** : Statistics Norway.

Transport de marchandises, par mode de transport¹

Type de transport	Millions de tonnes transportées		Millions de tonnes-kilomètres		
	1999	2000	1999	2000	%
Total	446	*448	48 842	*48 772	100
Fluvial	74	*76	12 958	*12 723	26,1
Ferroviaire	6	6	1 961	1 852	3,8
Routier	265	270	12 796	13 468	27,6
Aérien	0	0	19	19	0
Transport entre la plate-forme continentale et le continent	101	96	21 108	20 710	42,5

¹ Excluant les exportations et les importations par les frontières et les marchandises en transit. **Source** : Statistics Norway.

Les neuf dixièmes de la surface du pays sont situés au nord de la latitude 60°, où il y a de fortes chutes de neige pendant six mois. La circulation routière en hiver (novembre à avril) représente environ 35 % du volume de la circulation annuelle. En Norvège 1/3 du budget de l'entretien est lié aux conditions hivernales.

2 Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser

Le Gulf Stream rend le climat en Norvège bien plus doux que d'autres parties du monde situées à la même latitude. Le pays s'élève en une zone montagneuse à partir des côtes.

La Norvège subit de grandes variations climatiques sur de courtes distances. Dans les basses terres à l'est des montagnes, le climat est plus sec avec des températures basses allant jusqu'à -20 °C, parfois -30° et -40°. Tandis que les températures en hiver varieront autour de 0° le long de la côte, descendant rarement sous -10°.

Dans la partie ouest des montagnes, on rencontre beaucoup de neige, de vent et des conditions souvent extrêmement difficiles pour l'entretien en hiver. Les nombreuses précipitations le long de la côte, souvent sous forme de neige, sont accompagnées de beaucoup de vent. Le climat humide le long de la mer crée beaucoup de problèmes lorsque l'humidité de l'air gèle et se transforme en verglas sur la chaussée.

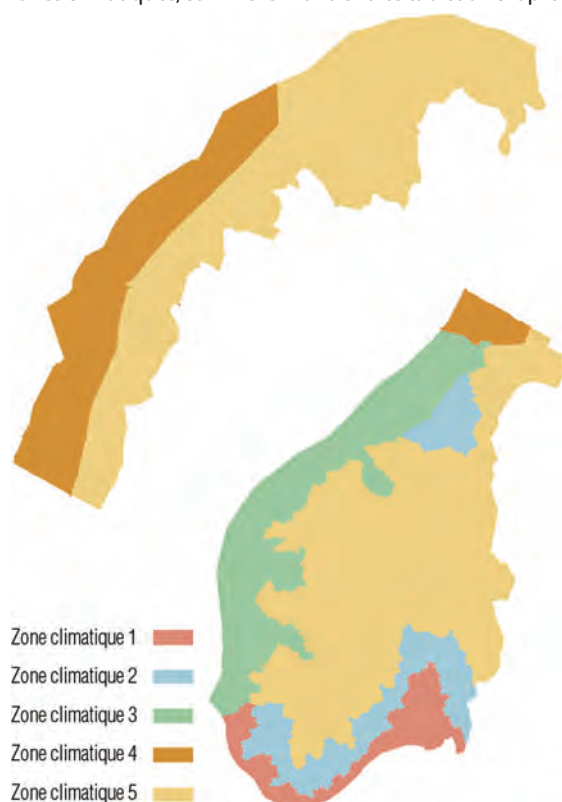
Il y a en moyenne dans le sud-est de la Norvège de 20 à 25 chutes de neige par hiver. Le nombre de chutes de neige est bien plus élevé le long de la côte et en particulier dans le nord de la Norvège. Ces dernières années, les problèmes de pluies verglaçantes et de pluies sur des routes gelées sont devenus plus fréquents. Les routes deviennent extrêmement glissantes et il est très difficile pour les usagers d'y circuler. Pour les opérateurs routiers, c'est aussi très difficile, car la pluie réduit très rapidement l'efficacité du sel.

Il y a de nombreuses tempêtes de neige en hiver dans les montagnes et en particulier dans le nord de la Norvège. De nombreuses routes qui traversent les montagnes sont fermées et il y a des périodes où les véhicules ne peuvent traverser qu'en convoi à cause des tempêtes de neige.

NORVÈGE

2.2 Statistiques sur les températures, le gel, les précipitations

Pour l'entretien hivernal, le pays peut être divisé en cinq zones climatiques, comme le montrent les tableaux ci-après.



Zone climatique					
	1	2	3	4	5
Durée de l'hiver en jours	152	173	157	206	201
Épaisseur de la neige	41 cm	55 cm	41 cm	63 cm	72 cm
Précipitations de neige	158 mm	225 mm	258 mm	332 mm	248 mm
Précipitations de pluie	830 mm	734 mm	1632 mm	860 mm	603 mm
Temp. moyenne janv. °C	-3	-6	0,7	-3,3	-7,8
Temp. moyenne mars °C	1,1	-1,4	2,6	-1,6	-3,3

Les paramètres climatiques dans les différentes zones climatiques

Zone climatique	Popula- tion	Routes nationales	Volume de circulation	TJMA
1	1,7 million	2900 km	7,7 milliards km	2605
2	0,6 "	4000 "	4,5 "-	1125
3	1,0 "	4900 "	3,6 "-	744
4	0,3 "	2800 "	1,3 "-	453
5	0,75 "	11900 "	6,4 "-	118

Caractéristiques du réseau routier pour les zones

2.3 Indices hivernaux utilisés

Un système d'indices hivernaux est établi et mis en œuvre dans deux régions. L'indice est un calcul théorique du besoin en interventions d'entretien hivernal. Il est en cours d'essai et les nombres, théorique et réel, des interventions sont comparés et des ajustements sont effectués en conséquence. Cet index compare le dernier hiver à un hiver moyen. Des informations sur les précipitations, le vent, les variations de température autour de zéro, l'humidité, etc., sont recueillies auprès des stations météorologiques de la région. Puis, l'ordinateur calcule le nombre théorique d'interventions d'entretien hivernal nécessaires en se basant sur les informations météorologiques réelles. L'appel d'offres auprès des entrepreneurs est basé sur l'indice d'un hiver moyen. Si l'hiver qui se termine présente un index plus élevé, l'entrepreneur se voit compenser en conséquence.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Obligation légale de réaliser un entretien hivernal

Selon la *Loi sur les routes norvégiennes*, le ministère du Transport et de la Communication donne des directives d'entretien pour les grands axes et les routes nationales. Le gouvernement finance cet entretien. L'Administration norvégienne des routes publiques (ANRP) agit au nom du ministère de la Communication. L'ANRP gère aussi les activités d'entretien des routes départementales pour les comtés.

L'entretien des routes est financé par trois sources différentes : (i) L'État (grands axes et routes nationales), (ii) les comtés et (iii) les municipalités.

Classement des routes – Niveaux de service - Optimisation des circuits

Les classes de route sont les suivantes :

- Les grands axes raccordent différentes parties du pays ainsi que la Norvège à d'autres pays;
- Les routes nationales, comprenant les grands axes, relient les différents comtés aux centres importants et elles constituent les principales routes de transport de marchandises et de circulation dans le pays;
- Les routes départementales amènent la circulation depuis la campagne vers les routes nationales et les centres des comtés;



NORVÈGE

- Les routes municipales canalisent la circulation depuis les maisons et les sociétés dans les villes et les municipalités vers les autres routes;
- Les routes privées.

Normes de qualité, indicateurs de performance

Niveau de service

Le niveau de normalisation de l'entretien des grands axes et des routes nationales est décrit selon l'importance des routes et la moyenne annuelle du débit journalier de la circulation. La sécurité de la circulation, le volume de la circulation (trafic journalier moyen annuel TJMA) et les effets environnementaux sont les paramètres retenus pour établir la norme la plus rentable. Le niveau de service pour les routes nationales en Norvège est décrit dans le manuel de l'entretien, le manuel 111 « Norme d'entretien et d'interventions » publié en mai 2003. Les routes départementales et les routes municipales ont leurs propres niveaux de service. Voici une traduction du manuel 111 :

Praticabilité des routes, sécurité et régularité de la circulation durant la période hivernale

Les véhicules qui sont normalement équipés pour la conduite en hiver doivent pouvoir circuler sur les routes. Cela est réalisable en diminuant la quantité de neige et de glace sur la route et en prenant des mesures pour assurer une adhérence suffisante.

L'entretien hivernal est exécuté selon deux stratégies différentes :

Stratégie **Routes hivernales** : s'applique aux routes où une couche de neige et de glace est acceptable durant la période hivernale;

Stratégie **Chaussée noire** (routes sans neige, ni glace) : ces routes sont normalement dégagées de neige et de glace durant la période hivernale. Cela comprend les voies de roulement et les accotements.

Stratégie d'entretien des routes hivernales

Le déneigement

Pendant la chute de neige : Le déneigement par chasse-neige doit être commencé et terminé selon les exigences établies dans le tableau suivant :

TJMA	Épaisseur de déclenchement du déneigement		Déneigement terminé avant	
	Neige sèche (cm)	Neige sèche (cm)	Neige mouillée (cm)	Neige mouillée (cm)
0 – 500	6	4	15	12
501 – 1500	4	2	12	8
1501 – 3000	3	2	10	7
> 3000	2	1	7	6

Sur les routes avec un TJMA < 1500 le déneigement doit être fait dès que les chutes de neige dépassent 3 cm.

Lors des chutes de neige continues, la fréquence du déneigement doit être aussi élevée que nécessaire pour atteindre l'exigence d'épaisseur de neige maximale.

Lors des conditions extrêmes de mauvais temps, il est possible de déroger aux normes ci-dessus.

Congères

On doit intervenir lorsque la hauteur de la congère au milieu de l'une des voies de circulation atteint :

TJMA < 1500	15 cm
1501 - 5000	10 cm
TJMA > 5000	8 cm

Enlèvement de la neige et de la glace

Les seuils et les limites de temps avant la fin de l'intervention sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tâches	Critères de déclenchement et périodes de réalisation maximales pour différents TJMA			
	< 1500	1501 – 3000	5001 – 10000	> 10000
Neige et glace :				
- épaisseur max. :	3 cm	2 cm	2 cm	0 cm
- enlever avant :	3 jours	2 jours	1 jour	
Enlèvement de la neige aux intersections en :	1 jour	1 jour	1 jour	1 jour
Enlèvement de la neige pour la visibilité, comme le dégagement des panneaux de circulation, etc. en :	1 jour	1 jour	1 jour	1 jour
Enlèvement de la neige pour la visibilité aux intersections en :	3 jours	3 jours	2 jours	1 jour



NORVÈGE

Les abris des arrêts de bus doivent être dégagés avant 7 heures le matin et pas plus tard que quatre heures après la fin de l'opération de déneigement ou selon les instructions.

Les « plaques » de glace doivent être enlevées avant qu'elles ne posent un danger aux usagers des routes.

Épandage (adhérence à la route et frottement)

L'épandage doit être effectué lorsqu'une mauvaise adhérence empêche les véhicules normalement équipés pour l'hiver de monter et descendre les collines, etc. L'intervention est pratiquée selon le tableau ci-dessous :

Classe de route	TJMA	Sablage localisé		Sablage continu	
		Com-mencé à	Fin en	Com-mencé à	Fin en
Grands axes		$\mu < 0,30$	1 h	$\mu < 0,20$	2 h.
	> 1500	$\mu < 0,25$	1 h	$\mu < 0,20$	2 h.
Toutes les autres routes	501 – 1500	$\mu < 0,25$	2 h	$\mu < 0,15$	3 h.
	0 - 500	$\mu < 0,20$	2 h	$\mu < 0,15$	4 h.

Le sablage localisé est fait dans les courbes, les collines, les intersections et sur les routes droites recoupant des routes privées sous faible visibilité.

On utilise du sel ou une solution saline (saumure) pendant les périodes de transition au printemps et à l'automne.

Routes de montagne

Les routes de montagne et les routes similaires sont entretenues selon des instructions spéciales.

Stratégie d'entretien hivernal chaussée noire

Le déneigement

Pendant la chute de neige : Le déneigement par chasse-neige doit commencer lorsque l'épaisseur de la neige atteint 2 cm et se terminer avant que l'épaisseur maximale de neige n'atteigne 6 cm, quel que soit le TJMA.

Durant les chutes de neige, la fréquence du déneigement doit être aussi élevée que nécessaire pour respecter la norme d'épaisseur de neige maximale.

Durant les conditions extrêmes de mauvais temps, il est possible de dévier des exigences ci-dessus.

Congères

On doit entreprendre une intervention dès que la hauteur de la congère au milieu de l'une des voies de circulation atteint :

TJMA < 1500	15 cm
1501 - 5000	10 cm
TJMA > 5000	8 cm

Enlèvement de la neige et de la glace

Limites de temps prescrites pour effectuer l'enlèvement de la neige et de la glace après avoir terminé le déneigement de la route par chasse-neige :

Tâches	Limites de temps pour les différents TJMA		
	0 – 5000	5001 – 10000	> 10000
Dégagement de la neige aux intersections en :	1 jour	1 jour	1 jour
Dégagement de la neige pour assurer la visibilité, comme l'enlèvement de la neige devant les panneaux de circulation, en :	1 jour	1 jour	1 jour
Dégagement de la neige pour assurer la visibilité aux intersections en :	3 jours	2 jours	1 jour

Les abris des arrêts de bus doivent être dégagés avant 7 heures le matin et pas plus tard que quatre heures après la fin de l'opération de déneigement ou selon les instructions.

Les « plaques » de glace doivent être dégagées avant qu'elles ne posent un danger aux usagers des routes.

Le salage (adhérence à la route et frottement)

On doit utiliser du sel ou une solution saline pour améliorer l'adhérence. On peut aussi utiliser d'autres fondants routiers.

L'intervention a lieu selon le tableau ci-dessous :

Tâches	Critères de déclenchement et durée d'intervention maximale pour les différents TJMA		
	< 3000	3001 – 5000	> 5000
Salage préventif	Si la valeur de frottement attendue est < 0,4	Si la valeur de frottement attendue est < 0,4	Si la valeur de frottement attendue est < 0,4
Après la chute de neige : Chaussée noire avant	6 h	4 h	2 h



NORVÈGE

Si pour des raisons techniques la route n'a pas pu être entretenue selon la stratégie dite de « chaussée noire », elle peut, pendant ces périodes, être entretenue selon la classe la plus élevée de la stratégie de route hivernale. Lors des périodes de transition, au printemps et à l'automne, les routes seront entretenues selon une classe plus élevée (AADT) que la norme habituelle donnée dans le tableau ci-dessus.

Travaux particuliers en hiver

Dégagement d'une avalanche

Le dégagement et les réparations doivent être effectués dès qu'il n'y a plus de danger. Les réparations permanentes doivent être effectuées dès que possible.

Spécifications d'entretien des trottoirs, chemins et voies cyclables

Le déneigement par chasse-neige

Les chemins piétonniers et les voies cyclables doivent être dégagés avant 6 h du matin. Si la neige tombe entre 6 h et 10 h du matin, le dégagement doit commencer lorsque l'épaisseur de neige atteint 3 cm.

L'inclinaison des trottoirs doit être conservée en hiver.

Salage

Les trottoirs, les chemins piétonniers et les voies cyclables doivent être salés avant 6 h du matin ou dans les 2 heures lorsque l'adhérence est inférieure à 0,3.

Les chemins piétonniers et les voies cyclables peuvent être divisés en deux, une moitié salée et l'autre non, seulement après instructions spéciales.

Règles concernant le type et les caractéristiques des matériaux

Exigence fonctionnelle

Il n'y a que des exigences pour le résultat obtenu. C'est à l'entrepreneur de choisir la façon et les moyens de parvenir à la norme requise en hiver sur les routes.

Produits de déglacage

On utilise le chlorure de sodium (NaCl) pour le déglacage chimique sur les routes où s'applique la stratégie d'entretien dite de la « chaussée noire ». On utilise du sable, du gravier ou de la pierre concassée (la taille maximale des cailloux étant de 6 mm) sur les tronçons où s'applique la stratégie dite de « routes hivernales ». On utilise le salage sur le réseau de routes norvégiennes depuis les années soixante; aujourd'hui, on l'utilise sur environ 8 000 km du réseau des autoroutes. Ces cinq dernières années la quantité

totale de sel utilisé s'est située entre les 60 000 et 85 000 tonnes par an. La stratégie d'entretien appelée « routes hivernales » est mise en pratique sur environ 46 000 km de routes nationales et régionales.

Spécification

Les entrepreneurs peuvent utiliser du NaCl pour le salage des routes. D'autres types de sel peuvent être utilisés seulement après l'approbation de l'ANRP.

Les pneus cloutés étaient très utilisés jusqu'à la fin des années 90. Cependant cela a changé en raison de l'amélioration des mesures prises pour l'adhérence, de la meilleure efficacité des pneus non cloutés et pour des raisons environnementales. En Norvège aujourd'hui 75 % des usagers emploient des pneus cloutés. Ce type de pneu produit de la poussière et la pollution de l'air est mesurée tout au long de la journée dans cinq grandes villes. Ces mesures sont utilisées pour imposer des restrictions locales, au besoin. Dans les villes les plus importantes, pas plus de 20 % des véhicules ne doivent utiliser des pneus cloutés. Les trois plus grandes villes ont maintenant presque atteint leur objectif et des pneus non cloutés ont été utilisés sur 70 % des véhicules au cours de l'hiver 1999-2000. Dans deux des plus grandes villes, les usagers devront payer une taxe s'ils utilisent des pneus cloutés. Il s'agit d'une mesure décidée par les administrations des villes pour s'assurer que pas plus de 20 % des véhicules n'utilisent des pneus cloutés.

En été, il est interdit d'utiliser des pneus cloutés et leurs utilisateurs sont verbalisés. Il n'y a pas d'amende si l'on utilise des pneus d'été en hiver. Cependant, l'utilisateur est verbalisé s'il n'a pas une bonne adhérence durant la période hivernale. Des essais de limite de vitesse en hiver ont été faits pour réduire les taux d'accidents et jusqu'à présent, les résultats sont satisfaisants.

Il existe une « loi sur l'environnement de travail » qui donne des heures de travail autorisées et une « loi sur le temps de conduite et de repos » pour les conducteurs professionnels. Les entrepreneurs doivent respecter toutes les lois et, si besoin est, demander des dérogations.

Il n'y a pas de normes spécifiques pour l'équipement d'entretien hivernal; les engins doivent respecter les règlements applicables à chaque type de machine. Si nécessaire, les entrepreneurs doivent demander des dérogations pour les chasse-neiges et autres matériels qui sont plus larges que les véhicules. Il en va de même pour les éclairages adaptés des camions portant le chasse-neige. Les véhicules d'entretien doivent utiliser des éclairages d'avertissement durant les opérations, s'ils ne respectent pas les règlements de la circulation.



NORVÈGE

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Organisation de l'entretien hivernal

L'Administration norvégienne des routes publiques (ANRP) est responsable de :

- La planification, la construction, l'entretien et le fonctionnement des réseaux de routes nationales et régionales;
- Le contrôle des véhicules et les normes;
- La formation et les permis des utilisateurs.

L'ANRP dépend de la direction des Routes qui est une agence autonome relevant du ministère du Transport et des Communications. L'ANRP comprend 5 bureaux régionaux et 30 bureaux de district. Depuis le 1^{er} janvier 2003, tous les travaux de construction, d'exploitation et d'entretien des routes sont soumis à une procédure d'appel d'offres et attribués en fonction de critères concurrentiels.

Coopération avec d'autres niveaux d'organisation de la gestion des routes

Pour les questions relatives aux routes nationales, l'ANRP est sous la direction du ministère du Transport et des Communications. Pour celles qui touchent les routes départementales, le responsable des Routes départementales est soumis à la législature du comté.

Gestion opérationnelle de l'entretien en hiver

- Les entrepreneurs sont responsables de respecter la norme d'entretien et ils doivent planifier, contrôler et prendre les initiatives nécessaires. L'entrepreneur ne peut pas décider tout seul de fermer une route. Les routes ne peuvent être fermées qu'avec l'approbation de l'ANRP;
- L'entrepreneur doit préparer et suivre un plan pour les interventions en hiver. Ce plan doit comprendre : le personnel, les équipes sur appel, l'équipement, les installations de stockage, les itinéraires, les routes prioritaires, les endroits nécessitant une attention spéciale, etc.;
- Les entrepreneurs doivent tenir un journal pour tous les contrôles et tous les appels du public. Ils doivent y inscrire chaque activité, toutes les consommations de produits abrasifs et de sel et le nombre de kilomètres déneigés;
- Selon le contrat, les conducteurs et les opérateurs d'équipement de déneigement et de salage doivent recevoir une formation avant de pouvoir commencer leurs activités. Cette formation est donnée par l'ANRP.

Fermetures de route et restrictions de la circulation

Pour la plupart, les véhicules sont équipés de pneus cloutés. En raison de la pollution de l'air (poussière), il y a des restrictions d'utilisation des pneus cloutés dans les plus grandes villes. À Oslo, les véhicules qui sont équipés de pneus cloutés doivent payer une taxe. Cette taxe, associée aux campagnes d'information a fait baisser l'emploi des pneus cloutés à 20 % à Oslo, mais dans les régions rurales, il est utilisé par plus de 95 % des usagers.

Tous les camions, remorques et bus doivent avoir des chaînes à bord s'il y a un risque de routes glissantes.

Les routes traversant les montagnes peuvent être fermées temporairement durant les chutes de neige. Parfois, les véhicules ne peuvent passer qu'en convoi entre deux chasse-neiges.

Certaines routes traversant les montagnes sont fermées pendant l'hiver. Elles seront ouvertes en mai ou juin. Seize routes nationales et dix routes départementales traversant les montagnes sont fermées de l'automne au printemps. Un équipement particulier est nécessaire pour ouvrir une route qui a été fermée pendant tout l'hiver. La couche de neige peut atteindre plus de 4 mètres d'épaisseur. Un engin spécial pour couper la neige a été mis au point. Il se monte sur une excavatrice. L'excavatrice est équipée de chaînes et elle peut monter sur la neige et la couper couche par couche. Lorsque le dessus de la couche de neige peut être atteint depuis la chaussée, l'appareil est monté sur une chargeuse pour les dernières couches.

Pour ouvrir en été les routes de montagne fermées, on a mis au point un système basé sur GPS pour trouver la route; il fonctionne très bien. Il remplace les piquets qui étaient utilisés jusqu'à présent.

Les avalanches constituent un gros problème sur de nombreuses routes le long de la côte et dans le Nord. Celles-ci peuvent être fermées en périodes de danger d'avalanche. Dans certains cas, l'ANRP provoque l'avalanche en utilisant de la dynamite. Les entrepreneurs qui travaillent sur des routes qui sont exposées au danger d'avalanches doivent recevoir une formation qui est donnée par l'ANRP.

Certaines routes et certains ponts le long de la côte peuvent aussi être fermés durant les tempêtes. Certains ponts sont fermés automatiquement lorsque le vent atteint une vitesse déterminée.



NORVÈGE

Système et méthode d'informations routières

Informations météorologiques

Il y a un accord entre l'Administration des routes publiques norvégiennes (ANRP) et l'Institut météorologique norvégien (met.no). Met.no fournit à l'ANRP des prévisions météorologiques et des données climatiques à la valeur du marché. Cela comprend les prévisions suivantes de met.no :

- Prévisions graphiques de la vitesse du vent, de la direction du vent, des précipitations, de la température de l'air, de la pression atmosphérique, de la température du point de rosée et de la couverture nuageuse;
- Prévisions écrites;
- Vent, température et zones de précipitation au niveau du sol et à 1500 m au-dessus du niveau de la mer;
- Images météorologiques par radar;
- Images par satellite;
- Prévisions indépendantes en cas de situations météorologiques particulières, comme la pluie verglaçante.

Ces services couvrent tout le pays et sont fournis de façon régulière toute l'année. L'ANRP achète aussi des services spéciaux pour certaines parties du pays, comme des prévisions météorologiques écrites spécialement pour Oslo et des prévisions spéciales sur la pollution de l'air dans 5 villes en hiver.

En plus des prévisions, beaucoup de données historiques sont achetées pour différents projets. À titre d'exemple, l'élaboration d'un indice hivernal des conditions norvégiennes nécessite beaucoup de données historiques. Ces données sont disponibles en tableaux et reportées sur des cartes.

Les prévisions achetées régulièrement sont diffusées auprès des utilisateurs internes via l'intranet de l'ANRP et présentées dans une application Internet aux entrepreneurs externes.

Les pronostics graphiques, les prévisions écrites, les zones météorologiques sont mis à jour trois fois par jour. Les images par radar sont mises à jour toutes les 15 minutes. Les images par satellite sont mises à jour quatre fois par jour.

L'ANRP dispose d'environ 230 stations d'informations météorologiques routières dans tout le pays. La plupart des stations ont des détecteurs de :

- température d'air;
- humidité relative;
- précipitations;
- température de la surface de la route.

Certaines stations ont aussi des détecteurs de :

- conditions de surface de la chaussée;
- direction du vent;
- vitesse du vent;
- émission ondes longues;
- vidéo.

Met.no utilise aussi des données venant des stations d'informations météorologiques routières dans deux comtés (environ 23 stations) pour fournir à ces comtés des prévisions à travers le système Vaisalas IceCast (prévisions des conditions de chaussée).

À ce jour, seulement les deux comtés utilisant le système IceCast ont accès aux prévisions de température de la surface de la route et des conditions de chaussée. Il est très souhaitable que tous les comtés aient accès à des prévisions similaires.

Il est aussi souhaitable d'avoir une forme de prévisions liées aux images météorologiques par radar.

- Période de prévision : selon le document ci-dessus, deux de nos comtés disposent de prévisions météorologiques de température de la route. Il existe deux modèles différents dans leur système (IceCast), l'un à une période de prévision de 3 heures, l'autre de 24 heures. Étant donné qu'il y a peu de stations qui sont connectées à un tel système de prévision, le rapport total est très bas. A Rogaland où il y a 19 stations sur le terrain, 8 d'entre elles sont des stations de prévision. À Oslo, on dispose de 3 stations et elles sont toutes utilisées comme stations de prévision.
- Les cartes thermiques ont été utilisées pour délimiter les zones difficiles. Ces données étaient utilisées pour déterminer où placer les stations SIMR. Ces stations sont placées aux endroits où la route devient glissante en premier, sous la forme de plaques de verglas ou de chutes de neige précoces. Il y a deux stations dans chaque district d'entretien.



NORVÈGE

- On ne porte pas d'attention spéciale aux zones rechargées, car ces réparations se font durant la saison chaude et que ce nouveau pavage n'est pas censé être plus glissant que celui qui a été remplacé.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Plusieurs projets d'étude et de développement sont lancés chaque année. Au cours de la période 1991-1994, une étude a été réalisée dans tout le pays pour examiner l'effet du salage des routes sur la sécurité de la circulation. Le résultat a montré que le salage des routes réduit le nombre des accidents déclarés à la police de 20 %. Une étude des effets environnementaux du sel sur la zone autour des routes a été réalisée entre 1992 et 1996.

La qualité de l'entretien grâce à la concurrence entre les entrepreneurs

L'entrepreneur doit faire un rapport à l'ANRP s'il n'a pas atteint les prescriptions de la norme d'entretien. L'ANRP effectue des contrôles aléatoires pour voir si l'entrepreneur a rempli son contrat. Le contrôle se concentre sur l'utilisation par l'entrepreneur de son système de qualité. Si la performance ne correspond pas à la spécification, on peut appliquer une déduction de paiement à titre de pénalité. L'importance de la pénalité dépend du fait qu'il s'agit d'un problème répété, de la gravité du problème, s'il représente un danger pour les usagers de la route et combien d'argent l'entrepreneur a économisé en ne faisant pas le travail.

Le contrat d'entretien est attribué en fonction d'une procédure d'appel d'offres concurrentielle. Les entrepreneurs et leurs performances sont évalués par l'ANRP deux fois par an. Le nombre de pénalités fait partie de ce rapport. Ces informations peuvent être utilisées dans le processus d'évaluation des offres.

3.4 Sécurité et information routières

Information des usagers de la route

Les centres d'information sur la circulation donnent des informations deux fois par jour aux médias sur les conditions routières et les fermetures de route dans les montagnes. Ces informations sont aussi disponibles sur Internet et en télétexte. Les stations de radio nationales donnent des informations sur la circulation tous les matins et tous les soirs. Les usagers peuvent aussi composer le 175 pour demander des informations à jour sur les conditions de la chaussée; dans le cas de situations particulières, la radio RDS informe les conducteurs.

Les stations de radio locales ont très souvent des émissions sur le thème de la circulation aux heures d'affluence sur les routes. Elles donnent des informations sur la situation de la circulation, sur les routes principales, entre les diffusions de musique, et elles donnent d'autres informations liées à la circulation. Ces émissions sont assez populaires. Elles sont diffusées le matin et le soir pendant la semaine, de même que le dimanche soir et pendant les vacances d'hiver et celles de Pâques.

Les systèmes améliorant la sécurité de la circulation

L'ANRP est responsable à la fois de l'entretien et de la sécurité des routes. Le service de la Circulation à l'ANRP est responsable des permis de conduire, du contrôle des véhicules et de l'entretien des routes. Ce service a la responsabilité d'enquêter sur les accidents et d'essayer de réduire leur nombre. Réunir tous ces spécialistes des différents aspects de la sécurité de la circulation dans un même service permet d'améliorer la sécurité de la circulation.

Les frais liés à l'entretien hivernal représentent environ 30 % du budget de l'entretien routier du pays. Cette proportion est supérieure dans le Nord. L'entretien en hiver a beaucoup d'importance pour la sécurité de la circulation. La sécurité de la circulation est la priorité. Si les frais pour l'hiver sont plus élevés que prévu, l'argent sera tiré du budget des activités de l'été pour compenser. L'ANRP réalise une étude des usagers chaque année. Elle demande l'opinion des usagers sur les conditions de conduite et d'entretien en hiver.

Utilisation des détecteurs météorologiques routiers et des panneaux de signalisation variables

Un dispositif de mesure du frottement qui est fixé à la route et qui envoie des données de frottement par Internet est en cours d'essai. Certaines routes principales à grand débit ont des panneaux de signalisation variables qui donnent des informations sur les embouteillages et les routes alternatives. Ces routes sont surveillées par des caméras vidéo.



NORVÈGE

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

Du matériel éducatif sur les tâches hivernales a été préparé et tous les entrepreneurs reçoivent une formation. Plusieurs projets sont en cours; ils poursuivent les objectifs suivants :

- l'amélioration des méthodes d'épandage de sable chauffé avec de l'eau chaude;
- les effets du sel et du sel résiduel sur l'un des principaux grands axes routiers;
- les effets des différents types de sel et des méthodes de salage;
- les méthodes et le matériel permettant la mesure du frottement;
- un meilleur système de suivi des contrats d'entretien.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La gestion de l'entretien des routes au moyen de contrats est relativement nouvelle dans l'organisation. Le pays est divisé en 107 zones correspondant à autant de contrats d'entretien. Chaque contrat couvre une zone composée d'un mélange de grands axes, de routes nationales et régionales. Le contrat contient presque toutes les opérations et l'entretien le plus courant. Les premiers contrats octroyés sur appel d'offres ont commencé sur les routes le 1^{er} septembre 2003. Pour former le personnel du client, un cours spécial a été organisé. Trente employés sont formés tous les six mois. Ils sont réunis 7 fois et ils reçoivent 3 jours de formation chaque fois.

Les documents contractuels et les systèmes de suivi sont révisés et améliorés chaque année. La banque de données sur les routes est améliorée pour être mieux adaptée à la nouvelle situation.

4.3 Coopération transnationale pour améliorer les niveaux de service entre les pays voisins

Plusieurs visites et voyages d'études ont été effectués dans les pays voisins ainsi que dans les pays éloignés qui ont organisé leur entretien de manière similaire. Les études avaient pour objectif d'apprendre des organismes visités et de profiter de leur expérience dans l'intention d'adapter les meilleures idées dans nos systèmes.

Il est habituel pour les pays scandinaves d'inviter leurs voisins à des séminaires pour partager les expériences. L'Association des routes nordiques, qui peut être comparée à l'AIPCR a incorporé cette pratique dans son système.

5. Références

Pour de plus amples informations sur la Norvège :

<http://odin.dep.no/>

L'adresse du site Internet de DNMI est :

www.met.no



PAYS-BAS

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

Les Pays-Bas sont un petit pays de 41 528 km² dont la population est de 16,5 millions d'habitants avec une densité de près de 400 habitants au kilomètre carré.

Les Pays-Bas sont situés dans le Nord-Ouest de l'Europe; ils sont entourés de la Mer du Nord, au nord et à l'ouest, de la Belgique, au sud et de l'Allemagne, à l'est.



La capitale est Amsterdam et le siège du gouvernement est situé à La Haie. Les Pays-Bas ont une des économies de libre marché parmi les plus ouvertes au monde.

Les Pays-Bas sont un pays de faible altitude, 27 % de sa superficie où vit 60 % de sa population étant sous le niveau de la mer. On a gagné des superficies importantes de terre, par mise en valeur et par un système complexe de digues.

L'estuaire de trois importantes rivières d'Europe, qui avec leurs tributaires forment le delta Rhin-Meuse-Escal, constitue une partie importante des Pays-Bas. La plus grande partie du pays est très plate, à l'exception des contreforts des Ardennes, dans la partie sud-est du pays et de plusieurs collines créées par les glaciers de la dernière glaciation, dans la partie centrale.

1.2 Réseau routier et circulation

Superficie	41 528 km	
Population	16,5 millions	
Longueur des routes	Autoroutes	5050 km
	Routes régionales principales	7848 km
	Routes locales	123 237 km
Latitude	51° 53' -1" N	

Le réseau routier comprend 5 050 km d'autoroutes, 7 848 km de routes régionales et 123 237 km de routes locales, pour un total de 136 135 de routes pavées. Le parc de véhicules national comprend 10,1 millions de véhicules, dont 7,4 millions de véhicules de promenade. Le transport des marchandises revêt une grande importance pour l'économie néerlandaise. Une grande partie de ce transport a lieu pendant la nuit ou tôt le matin, particulièrement le transport commercial.

On ne peut sous-estimer l'importance des routes, même en hiver. Ainsi, un des devoirs de l'Administration routière est de maintenir le réseau routier utilisable en tout temps, entre autres, en mettant sur pied une organisation complète pour l'entretien hivernal des routes. L'hiver s'étend d'octobre à mai. Les conditions hivernales les plus difficiles se produisent de la fin de décembre au début de mars.



PAYS-BAS

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Les Pays-Bas jouissent d'un climat maritime modéré influencé par la Mer du Nord et l'océan Atlantique, ce qui se traduit par des étés frais et des hivers doux. Le jour, les températures varient de 2 °C à 6 °C en hiver et de 17 °C à 20 °C en été. Comme le pays est petit, on ne remarque pas de variations climatiques importantes d'une région à l'autre, bien que l'influence maritime se fasse moins sentir à l'intérieur des terres. La pluie est distribuée tout au long de l'année, avec une période plus sèche entre avril et septembre. En automne et en hiver plus particulièrement, de forts systèmes de basse pression atlantiques peuvent causer des coups de vent et des intempéries. Parfois, des vents de l'est peuvent produire un météo plus continentale, plus chaude et plus sèche, en été, mais froide et claire, en hiver, avec des températures bien en dessous de zéro. Les Pays-Bas sont un pays plat qui connaît des épisodes venteux, bien que cela se produise plus en hiver qu'en été, et plus le long de la côte qu'à l'intérieur des terres.

2.2 Statistiques météo

Quantité de précipitations (pluie)	Environ 760 mm/an
Nombre de jours sous 0 °C	Environ 50-60 j/an
Nombre de jours de neige ¹	Environ 30 j/an
Nombre de jours avec pluie verglaçante	Environ 1 j/an

¹ La plupart du temps, la quantité de neige est insuffisante pour causer des difficultés de circulation

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Les autorités néerlandaises ont l'obligation légale d'entretenir leurs routes (engagement de « soin » comme écrit dans les Codes routier et civil). L'entretien hivernal fait partie de cette obligation.

Le RWS/Palier provincial autoroutes, routes primaires et régionales

Le RWS et les provinces utilisent des normes uniformes de traitement déterminées pour tout le pays par le CROW (Information et plate-forme technologique pour l'infrastructure, la circulation, le transport et les espaces publics).

Pour les routes nationales et régionales, de même que les autres routes où la vitesse autorisée est de 80 km/h, les directives de traitement sont les suivantes :

Salage préventif :	2 à 3 heures;
Salage curatif :	2 heures;
Déneigement et salage :	1,5 heure.

Secteur des municipalités (routes urbaines)

Les municipalités fonctionnent souvent par priorité. Elles sont définies dans un plan mis à jour annuellement qui est publié pour informer la population. Au premier plan, les routes principales et les itinéraires des autobus. Ensuite viennent les routes qui englobent un quartier, puis celles qui traversent les quartiers. Tous les lieux d'importance sociale, comme les hôpitaux, les écoles, les centres commerciaux sont inclus dans les priorités.

Il n'y a aucune norme sur la main-d'œuvre.

Équipement

Le RWS et le Centre du Transport et de la Navigation (DVS) ont établi un contrat-cadre pour la fourniture, l'installation, la maintenance, des chasse-neige, des épandeurs démontables, etc. Il importe que tous les équipements soient fonctionnels durant la période hivernale. Leur disponibilité se doit d'être complète (100 %). Des périodes de temps fixes sont établies pour la maintenance des équipements. Si un équipement ne peut être réparé à temps, le fournisseur a l'obligation de fournir un équipement de remplacement à l'Administration.

Ce contrat-cadre décrit :

- Les exigences relatives à la construction et aux critères de design (EEG, NEN) des épandeurs et des chasse-neige;
- Les exigences relatives au montage des épandeurs démontables sur les camions;
- Les exigences relatives à l'épandage (taux ainsi que la largeur d'épandage et de distribution);



PAYS-BAS

- Les exigences relatives à la conduite;
- Les exigences relatives aux réservoirs de liquide (saumure);
- Les exigences relatives à l'exploitation;
- Les exigences relatives au montage des chasse-neige sur les camions.

Matériaux

La RWS (DVS) a également établi un contrat-cadre pour la fourniture des sels de voirie (sel raffiné ou sel gemme). Dans ce contrat, des conditions minimales sont établies, comme :

- La composition du produit;
- La granulométrie;
- Le taux d'humidité;
- La présence de métaux lourds;
- Le calendrier de livraison.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Organisation du ministère néerlandais du Transport, des Travaux publics et de la Gestion de l'eau (RWS), à l'égard de l'entretien hivernal

Échelon 1 : Ministère du Transport, des Travaux publics et de la Gestion de l'eau;

Échelon 2 : Rijkswaterstaat (RWS);

Échelon 3 : Direction régionale;

Échelon 4 : Centre de gestion des routes;

Échelon 5 : Centre opérationnel.

Le DVS est le centre du transport et de la navigation du RWS. En ce qui a trait à l'entretien hivernal, le RWS et le DVS sont responsables :

- De développer le système d'informations météorologiques et les recherches relatives à l'entretien hivernal, tant pour les fondants, que pour l'équipement et les méthodes;
- Des appels d'offres centralisés pour l'approvisionnement en équipement et en fondants;
- Des communications relatives à l'entretien hivernal en concertation avec le centre d'information routière;
- De la coordination des cas problématiques comme une pénurie de sel, l'emploi de 3 turbines à neige, etc.

Le DVS facilite aussi l'achat d'équipement d'entretien hivernal, il prépare et distribue le *Guideline Winter Maintenance RWS* et il conseille les ministères et les centres de gestion locaux de l'entretien hivernal.

Les centres locaux sont responsables des opérations d'entretien hivernal. Ils consultent le SMR et autres sources d'informations météorologiques pour déterminer le moment d'entreprendre des activités d'entretien hivernal.

Système d'informations météorologiques

Depuis les années 1970, le RWS et le DVS expérimentent le système d'informations météorologiques (SMR). Au départ, son utilisation visait à améliorer la sécurité routière, à réduire les coûts et à limiter l'utilisation de sel.

Depuis la fin des années 1980, les Pays-Bas (le RWS et les provinces) ont installé des stations SMR sur leurs routes et ponts pour un total de 319 stations à la fin de l'année 2009.

Le rôle des services météorologiques dans l'entretien hivernal est très important, parce que seules quelques personnes sont identifiées pour opérer le système SMR la nuit, soit les coordonnateurs de l'entretien hivernal. Le coordonnateur a accès aux images radars météo, ce qui est très utile, en cas de précipitations. Il a aussi accès en temps réel à des rapports conçus spécialement pour l'entretien hivernal. Il peut consulter un météorologue du bureau de la météo 24 heures par jour et 7 jours par semaine, à condition d'avoir conclu une entente à cet effet. Un service de la météo prépare des prévisions locales en temps réel qui sont affichées sur une interface d'utilisateur ou envoyées au coordonnateur par courrier. La décision revient toujours au coordonnateur, qui se base sur les prévisions de la météo, les images radars des précipitations, sa propre expérience, la consultation de ses collègues des autres districts, de même que les données du système SMR.

Le coordonnateur est à la maison (le soir) et sera alerté par le système SMR du moment où des conditions de glissance pourraient apparaître. Pour chaque centre d'entretien d'autoroute, un coordonnateur de l'entretien hivernal est en astreinte pour une semaine, quoique cela peut varier d'un centre à l'autre.

Le système SMR mesure les données suivantes :

- La température de l'air et l'humidité relative à 1,5 m au-dessus du sol;
- La présence de précipitations;
- La température de surface de la chaussée, mesurée sur la voie de gauche soit : la voie rapide et la plus froide;

PAYS-BAS

- La température de la fondation de la route, mesurée sous les couches d'asphalte, dans la voie (rapide) de gauche;
- Les conditions de la chaussée : sèche, humide ou salée (capteurs passifs) mesurées sur toutes les voies.



Partie d'une station SMR le long d'une route

Le point de rosée est calculé à partir des valeurs mesurées. Quelques stations mesurent également la vitesse et la direction du vent. À certains endroits critiques, une caméra est installée pour permettre une inspection visuelle des conditions de la chaussée. Ces dispositifs de mesure sont installés à des endroits jugés critiques lors de conditions hivernales.

Ces endroits ne sont pas nécessairement les plus froids, mais la combinaison de conditions d'humidité et de basse température en font des points à surveiller (routes traversant un boisé ou longeant des plans d'eau). De même, les ponts en acier peuvent être critiques, spécialement au début et à la fin de l'hiver. La plupart des ponts sont dotés d'une station SMR. La distance entre les stations est d'environ 15 km, mais celle-ci peut varier de 5 à 40 km.

Dans certaines situations, les stations (SMR) peuvent servir à mettre en marche une installation d'aspersion automatique sur des ponts, utilisant une saumure (NaCl) d'un plus haut degré de pureté que la saumure normalement utilisée.

Pour trouver l'endroit le plus approprié pour une nouvelle station de mesure, on s'appuie sur l'expérience des inspecteurs de route et une cartographie thermique de la région. L'interface utilisée est basée sur le Web et l'on peut avoir accès au serveur central de n'importe où,

en utilisant un ordinateur personnel ou un portable, avec un fureteur Internet et une connexion. Les stations de mesure communiquent en mode GPRS avec un serveur central. Celui-ci gère de multiples fonctions. Il reçoit les données communiquées par les stations de mesure et il renseigne en temps réel le coordonnateur de l'entretien. Les stations SMR envoient des alertes aux coordonnateurs d'entretien hivernal et elles sont visibles sur l'interface usager. Les alertes peuvent également être reçues sur un téléavertisseur, par messagerie vocale, par téléphonie cellulaire ou messagerie SMS.

Les données d'une station SMR y sont stockées pour une période de 7 semaines. Après cette période, les données sont conservées pour une période indéfinie sur le serveur central.

Quand le coordonnateur est raccordé au serveur central, l'ordinateur présente des prévisions d'un service météorologique, directement dans l'interface usager, pourvu qu'un contrat ait été conclu.

Les services météorologiques ont accès au serveur central et ils utilisent les données courantes et historiques des stations de mesure à titre d'intrants dans les prévisions. Le coordonnateur peut utiliser la sortie du système pour prendre ses décisions.

Le coordonnateur peut aussi utiliser les images radars des précipitations qui sont intégrées dans l'interface. Il est possible de consulter un météorologue d'un service de météo. Certains services de météo offrent un service de surveillance totale. Des météorologues spécialisés utilisent les données du système SMR (reçoivent les alertes) et ils utilisent les autres données météorologiques (modèles, images radars, images satellites). Quand ces données permettent de prédire ou de détecter la formation de glace, cette personne prévient immédiatement le coordonnateur.

Les données recueillies par les stations de mesure sont communiquées au serveur central en mode GPRS.

Lorsque le coordonnateur d'entretien hivernal décide de lancer une intervention [épandage et/ou déneigement], il lance un processus qui durera plusieurs heures. Le processus est le suivant :

- Avis au personnel concerné;
- Réquisition de l'équipement (camions privés appartenant à des entrepreneurs, par exemple). Tout comme le sel entreposé dans les abris, les épandeurs démontables sont entreposés sur le terrain des centres de surveillance;
- Avis donné aux gestionnaires des districts d'entretien voisins;



PAYS-BAS

- Avis donné à la police et au centre d'information sur la circulation (VCNL), si une entente existe.

Responsabilités du RWS (autoroutes et routes primaires)

Les communications entre les différents paliers se font par téléphone ou par un tableau d'affichage disponible dans l'interface de l'utilisateur et accessible aux participants au système SMR.

Les alertes en provenance du système SMR sont raccordées à un téléavertisseur ou à un téléphone portable utilisé par le coordonnateur de l'entretien hivernal. La durée de temps écoulée entre l'appel à l'entrepreneur et la fin de l'opération d'épandage peut varier de 2 à 3 heures, selon le contrat. Cela s'applique à un épandage préventif.

Responsabilités des provinces (routes régionales)

Au palier des provinces, l'entretien hivernal est également organisé par région, sous l'autorité d'un coordonnateur de l'entretien hivernal. La plupart d'entre eux utilisent le système SMR tout en consultant les rapports météorologiques et la connaissance de la région. Lorsqu'il y a un doute, des patrouilles sont effectuées.

Responsabilités des municipalités (routes urbaines)

Les municipalités utilisent parfois les informations provenant des services météorologiques régionaux comme ceux des aéroports. De même, les observations de la police locale sont importantes. Parfois, la décision est prise de concert avec le coordonnateur de la province. Certains d'entre eux utilisent les données du système SMR.

Équipement

Le programme préparatoire avant la période d'activité hivernale se compose d'une :

- Vérification de l'équipement; il existe des listes et des protocoles de vérification;
- Formation des conducteurs, incluant des parcours d'essai sur les itinéraires de salage;
- Formation du personnel de l'entretien hivernal.

Des mesures préventives, comme l'installation de pare-neige ne sont pas utilisées aux Pays-Bas. Les seules actions préventives consistent en des épandages. Les épanduses parcourent des itinéraires fixés sur la base de critères comme l'économie, la sécurité, le taux d'épandage, etc. L'optimisation des itinéraires de salage est une opération très compliquée et elle est confiée à un bureau spécialisé. Le RWS a mis au point une application appelée SOS (Salting Route Optimizing System), qui est aussi utilisée.

On utilise un programme de gestion de l'épandage, pour obtenir une gestion optimale de cette activité et pour vérifier que l'entrepreneur fait bien son travail.



Les municipalités des Pays-Bas possèdent environ 2 000 épanduses et chasse-neige. Environ 30 % des épanduses servent à l'entretien des pistes cyclables. Ces épanduses pour les pistes cyclables ont une capacité de 1,5 m³ et sont souvent montées sur les remorques. En général, les municipalités utilisent leurs propres tracteurs et leur propre personnel.

Les provinces possèdent quelque 450 épanduses dont la capacité varie de 1 m³ pour les pistes cyclables, à 9 m³ pour les routes régionales. Le RWS possède environ 550 épanduses démontables de 5, 7 et 9 m³ et trois turbines à neige.



Les largeurs d'épandage vont de 4 à 14 m

PAYS-BAS

Dans les Pays-Bas, on utilise souvent des camions d'entrepreneurs pour y monter les épanduses ou y installer les chasse-neige. Les conducteurs de ces véhicules sont aussi des employés des entrepreneurs. Le RWS a des ententes avec les entrepreneurs. Ces ententes font partie de contrats conclus pour des périodes de plusieurs années (durée fixe de trois ans, avec possibilité de prolongation pendant 1 ou 2 ans). La plupart des districts locaux font affaire avec un prestataire de services. Ce dernier peut avoir des sous-traitants. On trouve de 2 à 4 centres opérationnels par district, en fonction de la zone de routes à entretenir. Chaque centre opérationnel dispose de 6 à 12 épanduses et de 12 à 18 chasse-neige.

L'entrepreneur reçoit un montant fixe pour les épandages préventifs, incluant une vérification complète de tout l'équipement avant le début de l'hiver. Les épandages curatifs sont rémunérés à l'heure. Lorsqu'un entrepreneur ne répond pas à un appel, ne termine pas l'épandage dans la période de temps spécifiée ou si de la glace se forme alors que l'entrepreneur devait procéder à un épandage, ou encore quand l'entrepreneur ne peut pas être joint, il encourt de fortes amendes.

Matériaux

Aux Pays-Bas, on utilise surtout du sel humidifié, la composante humide étant une solution de chlorure de sodium ou de calcium, et la composante sèche, du sel (NaCl) sous forme de sel raffiné ou de sel gemme. Les deux composantes sont mélangées sur le disque d'épandage, tout juste avant l'épandage sur la route. Le rapport entre le sel sec et la saumure est de 2,5:1. La saumure est une solution à 20 % de NaCl ou de 16 % de CaCl₂.

	Sel gemme	Sel évaporé
Quantité de NaCl	98,5 %	99,9 %
Taille des grains (80 %) [mm]	0,8 – 3,15	0,20 - 0,45
Taille des grains (X50) [mm]		0,38
Taille des grains (max. <)	< 0,16 mm : 4 ± 1 %	< 0,16 mm : 5 %
Taille des grains (max. >)	> 3,15 mm : 5 ± 2 %	> 1 mm : 1 %
Antiagglomérant	75 ppm	75 ppm
Métaux lourds	< 4 ppm	< 1 ppm
Parties non solubles	< 1,5 %	< 0,01 %
Humidité	0,3 %	< 2,5 %

Propriétés du NaCl

Ces sels se conforment aux spécifications suivantes :

- Efficacité : à -5 °C, 12 kg de glace par kg de chlorure de sodium (NaCl) pur à 100 %;
- Réduction de la température de congélation à - 7 °C;
- NaCl (sec) : prix estival d'environ 46 €/t; prix hivernal d'environ 54 €/t;
- Saumure (16 % CaCl₂) : environ 30 €/t.

Il existe une tendance à produire la saumure sur place à partir de sel sec (NaCl) disponible en grandes quantités dans les hangars de sel.



Le sel est stocké dans des hangars situés sur les terrains des centres de surveillance et d'entretien du RWS, l'ouverture du hangar étant orientée en direction sud-est. Le RWS possède 61 hangars de sel pour une capacité totale de 59 500 t. Au cours des 10 derniers hivers, on a utilisé une moyenne de 68 000 t. La consommation a varié de 24 000 à 124 000 t.

Dans les Pays-Bas, 36 à 38 interventions de salage environ sont nécessaires. Une proportion de 75 % des interventions était préventive, le reste étant des interventions curatives (déglaçage). En utilisant des données avec la zone de routes à entretenir, on peut calculer la capacité de stockage nécessaire. Ainsi, lorsque le centre local d'entretien hivernal s'occupe de 260 km de voies dont la largeur moyenne est de 15 m, une quantité de 1 440 t est nécessaire pour l'hiver.

Les centres locaux peuvent choisir la quantité de sel stocké. Un centre local peut choisir d'acheter du sel pour tout l'hiver ou d'en stocker pour 5 interventions, et de combler ses stocks après chaque intervention.

Le RWS (DVS), est responsable du contrat-cadre d'approvisionnement en sel. La capacité de stockage du centre local fait partie du contrat. Le fournisseur doit pouvoir livrer une quantité égale à trois fois la capacité de stockage en une saison (garantie de 200 % de livraison en hiver).



PAYS-BAS

Responsabilités provinciales

Les provinces sont responsables de l'entretien hivernal. Elles doivent traiter de l'utilisation du sel, des interventions d'épandages et du moment de celles-ci, de la même manière que le fait le Rijkswaterstaat.

Secteur municipal (routes urbaines)

La plupart du temps du sel sec est employé. Dans un proche avenir, on augmentera l'utilisation de sel humidifié.

Le personnel du RWS et du palier provincial qui utilise le système SMR reçoit une formation sur ce système. Il n'y a aucun cours pour les conducteurs de camions. Ils apprennent le travail en compagnie des conducteurs expérimentés.

Privatisation

Aux Pays-Bas, l'entretien hivernal des routes sous la responsabilité du RWS est pris en charge par les centres locaux de gestion des routes. Chaque centre local compte un coordonnateur en service pendant une ou plusieurs semaines. De 3 à 5 coordonnateurs par centre sont disponibles. Le coordonnateur utilise les installations d'entretien et il lance les interventions d'entretien au besoin. La décision de procéder à un épandage relève du palier RWS, mais le personnel du RWS ne participe plus aux décisions relatives aux épandages préventifs. Les centres ont aussi le personnel nécessaire pour les épandages curatifs et les inspections visuelles.

Le RWS fournit seulement les épandouses démontables, les chasse-neige et le sel. Les camions et leurs conducteurs sont fournis par l'entrepreneur, conformément au paragraphe 2.4.

Informations et prévisions météorologiques

SMR

Le système SMR contient les données locales courantes et historiques. Le coordonnateur reçoit des alertes du système par téléavertisseur ou messagerie SMS en cas de risque de formation de glace dans les quelques heures à venir.

Météorologie

L'interface usager du SMR affiche les prévisions de la météo. Cette information aide le coordonnateur à prendre ses décisions.

Radars météo

Le coordonnateur a accès aux images radars qui renseignent sur les précipitations; elles sont intégrées à l'interface du SMR ou elles sont disponibles sur le site Internet des services de la météo. Cette information est précieuse en regard des interventions d'épandage préventif avant une chute de neige, par exemple.

Informations météorologiques

Plusieurs fois par jour, des météorologues travaillant dans les services de la météo, préparent des rapports de météo locale pour le coordonnateur. Cette information est particulièrement centrée sur l'entretien hivernal dans la région d'action du centre de surveillance de route.

Consultation

Il est possible de consulter un météorologue par téléphone 24 heures par jour et sept jours par semaine, à condition qu'un contrat ait été conclu.

Patrouilles

Au besoin, le coordonnateur peut commander des inspections visuelles des conditions routières.

Méthodes, équipement et matériaux pour le déneigement

Aux Pays-Bas, d'intenses chutes de neige sont très rares. Toutefois, le RWS peut mettre à disposition 3 turbines à neige (camion Unimog U1750 ou U2150 et turbines à neige Schmidt FS 5-Z). Les turbines à neige peuvent également être employées pour enlever de grandes quantités de neige le long des accotements.

Le concept des routes blanches n'existe pas, car les enneigements prolongés des routes sont peu communs. En cas d'extrême glissance, verglas, glace noire ou neige, les directives établies peuvent ordonner une réduction de la vitesse à 50 km/h. Les panneaux d'affichage dynamiques affichent cette information. Quand la glissance se produit sur des routes revêtues d'enrobé drainant, on peut concentrer la circulation sur une seule voie de manière à garder le sel en surface. Ces directives sont décrites dans les *Directives pour l'entretien hivernal du RWS*.



PAYS-BAS

Méthodes, équipement et matériaux pour le déverglaçage

On utilise des épandeurs démontables qui circulent à environ 70 km/h pour épandre du sel humidifié ou à 40 km/h pour le sel sec.

Type de glissance	Quantité de NaCl (g/m ²)	
	sel sec	sel humidifié
Glissance prévue (épandage préventif)	-	7 (1)
Brouillard givrant	10	7
Congélation	15-20	7-10
Verglas (2)	20	15
Neige (après déneigement) (3)	20	-

Taux d'épandage moyen recommandé

- (1) : On utilise 14 g/m² sur l'enrobé drainant après une période très mouillée
 (2) : Quand cette situation se maintient pendant plusieurs heures, du sel sec de 20-40 g/m² devrait être employé
 (3) : Traitement préventif : 15-20 g/m² de sel humidifié

Dans des conditions météo particulières qui nécessitent l'emploi d'une grande quantité de sel, la glissance peut être produite par le sel lui-même. Cela se produit très rarement. On connaît trois aspects différents. Le cas échéant, on peut régler la difficulté par l'aspersion avec de la saumure de NaCl ou de CaCl₂.

L'équipement (chasse-neige et épandeurs) est entreposé dans les centres de surveillance et d'intervention locaux. En outre, les hangars à sel sont situés sur ces terrains.

Méthodes, équipement et matériaux pour des problèmes particuliers

L'enrobé drainant, dans certaines conditions, sera traité différemment (voir le tableau 3.1). L'usager de la route habituellement ne sentira ou ne verra aucune différence. La seule différence de glissance notable peut se produire lors de la combinaison verglas, enrobé drainant et circulation légère sur les parties où l'on passe d'enrobé à enrobé drainant. Cela peut mener à des situations dangereuses.

Plusieurs ponts des Pays-Bas sont munis d'un système fixe d'aspersion de saumure antiverglas raccordé au système SMR. Le centre de gestion de route (gestionnaire) a choisi cette solution pour des raisons économiques et de sécurité.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Quelques épandeurs sont équipés d'un système GPS. Au retour du camion au centre du RWS, on imprime les données emmagasinées par ce système. On a ainsi l'itinéraire, la largeur d'épandage et la quantité de sel utilisée. Ce relevé permet d'évaluer l'intervention. À la fin de chaque hiver, on fait une analyse de l'utilisation du sel, du personnel, de l'équipement, etc.

3.4 Sécurité et informations routières

L'information des usagers est fournie par l'Administration automobile des Pays-Bas (ANWB). Cet organisme obtient cette information du Centre d'information sur la circulation (VCNL).

Les canaux possibles de diffusion sont :

- 1] la radio;
- 2] les journaux de la radio et de la télévision;
- 3] les messages texte;
- 4] le téléphone;
- 5] Internet.

On peut aussi utiliser les panneaux routiers ; au besoin on y affichera une réduction de la vitesse. Dans les pires cas, on peut fermer une voie en plaçant une croix rouge sur le panneau au-dessus de celle-ci.

L'éducation et l'information des usagers au sujet de la conduite en période hivernale sont la responsabilité des divisions centrales du RWS. On peut diriger les questions techniques à cet organisme.

4. Recherches en cours pour améliorer la gestion hivernale

Coopération entre les exploitants et les administrateurs des routes

L'uniformisation de l'entretien hivernal des différentes routes relevant de différents exploitants et administrateurs devient une préoccupation croissante. Au niveau national, on est à préparer des directives pour uniformiser l'entretien hivernal.



PAYS-BAS

Il y a aussi coopération en matière d'appels d'offres. Ainsi, le RWS et 4 provinces font ensemble un seul appel d'offres pour l'achat de sel. De même, dans plusieurs régions, le RWS et les provinces concluent un contrat commun pour l'entretien hivernal.

Formation du personnel

La plupart des contrats exigent du personnel qualifié pour l'entretien hivernal. Deux cours existent. Un cours est destiné aux coordonnateurs et un autre aux conducteurs des camions fournis par des entrepreneurs ou appartenant à l'organisation. Le contenu de ce dernier cours traite des types de glissance, de l'utilisation de l'équipement (épanduses et chasse-neige), des systèmes de gestion de l'épandage, des conditions météorologiques, du dosage du sel, de la conduite en conditions hivernales, etc. Le cours est sanctionné par un examen et le conducteur se voit remettre un certificat qui l'autorise à pratiquer son métier lors des opérations d'entretien hivernal.

Recherche sur la prise de décision en matière d'épandage

La comparaison entre les données du système SMR et celles du système de gestion de l'épandage permet de vérifier que les décisions prises ont été les bonnes. L'objectif de cette étude est de mieux soutenir les coordonnateurs dans leurs décisions, d'uniformiser le processus de prise de décision, de réduire les coûts et de protéger l'environnement.

SMR

Une recherche en cours étudie les capteurs des stations météorologiques afin de pouvoir diminuer le nombre de capteurs dans la chaussée. Les capteurs routiers, tout comme les chaussées ont besoin d'entretien. Considérant le lourd trafic sur les routes néerlandaises, une réduction des travaux routiers ou des fermetures de voies revêt une grande importance.

De même, les informations fournies par le SMR et les informations météorologiques servent à déterminer si tous les itinéraires de salage ont besoin de la même quantité de sel. Cette étude s'intéresse donc à l'épandage dit dynamique.

Sel

Cette étude cherche à déterminer l'efficacité de différents types de sel sur différents types de routes incluant les pistes cyclables.

5. Références

Liste de documents

- [1] : Normalisation des épanduses de sel
- [2] : Préparation, organisation et exécution de l'entretien hivernal
- [3] : Hiver, Météo et Routes
- [4] : Directives du RWS pour l'entretien hivernal

Terminologie

RWS : Ministère du Transport, des Travaux publics et de la Gestion de l'eau; direction générale des Travaux publics et de la Gestion de l'eau. Le RWS est responsable de l'entretien hivernal de toutes les autoroutes et des routes principales.

DVS : Centre du Transport et de la Navigation.

Province : Les Pays-Bas se divisent en 12 provinces. Les provinces sont responsables de l'entretien hivernal des routes régionales et des routes locales.

Municipalité : Organisme responsable des routes urbaines.

ANWB : Administration automobile des Pays-Bas.

VCNL : Centre d'information sur la circulation.

RWIS : Système d'informations météorologiques (SMR).

CROW : Information et plate-forme technologique pour l'infrastructure, la circulation, le transport et les espaces publics.



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Démographies et routes

1.1 Informations au sujet du pays

La République Tchèque est un pays de taille moyenne (78 867 km²), densément peuplé (10,46 millions d'habitants), qui est situé au centre de l'Europe. Ce pays qui n'a pas d'accès à la mer partage des frontières avec la Pologne, au nord-est, l'Allemagne, à l'ouest, l'Autriche, au sud et la Slovaquie, à l'est. La capitale et ville la plus importante est Prague (Praha). Le pays s'est formé à partir des régions historiques de Bohême et de Moravie, de même que de parties de la Silésie. Depuis l'an 2000, la République Tchèque est divisée en 13 régions en plus de la capitale de Prague. La République Tchèque fait partie de l'Union européenne depuis 2004.



Figure 1 – Situation de la République Tchèque en Europe

La République Tchèque possède une économie développée au niveau de vie élevé ; son PIB par personne représente 84 % de la moyenne des pays de l'Union européenne. La prospérité économique de la République Tchèque est en lien avec le haut niveau et la qualité de son infrastructure de transport. Avec une densité de routes et d'autoroutes de 0,7 km par kilomètre carré, la République Tchèque se classe parmi les pays européens de tête.

1.2 Réseau routier et trafic

Le réseau routier comprend 633 km d'autoroutes, 329 km de routes express et 54 621 km de routes régionales et locales, pour un total de 55 583 km de routes pavées. Le transport routier compte pour 76,04 % de tout le transport de marchandises. Le parc national compte 4,9 millions de véhicules, dont 4,1 millions de véhicules de promenade.

Superficie	78 867 km ²	
Population	10,46 millions	
Longueur des routes	Autoroutes	633 km
	Routes express	329 km
	Routes de classe I	5843 km
	Routes de classe II	14 660 km
	Routes de classe III	34 118 km
	Total	55 583 km

La saison d'hiver en République Tchèque, comme définie par la Loi sur les routes s'étend du 1er novembre au 31 mars de l'année suivante.

2. Climat

2.1 Vue générale des zones climatiques

La République Tchèque est un pays sans accès à la mer, situé dans les latitudes modérées de l'hémisphère nord. Le climat de la République Tchèque est doux, avec des variations locales et annuelles. Selon l'altitude, le climat montre des différences marquées entre les diverses régions de la République Tchèque.

2.2 Statistiques météorologiques

La température de l'air est fortement liée à l'altitude. Quand la température sur la plus haute montagne de la République Tchèque (1 602 m) est de seulement 0,4 °C, celle des basses terres de la Moravie du Sud-Est atteint presque les 10 °C. Les précipitations annuelles de pluie sont également liées à l'altitude. Il faut se tourner vers les plus hauts sommets du pays et leurs versants pentus du Nord-Est pour trouver la zone la plus pluvieuse de la République Tchèque. Les précipitations de pluie annuelles moyennes totales y sont de plus de 1 200 mm.

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

Les mois de décembre, janvier et février sont les mois d'hiver. Le mois le plus froid est janvier, moment où la température chute sous 0°C, même dans les basses terres. Les précipitations d'hiver se font surtout sous forme de neige dans les montagnes. Dans les basses terres, on peut s'attendre à des précipitations qui passent de la

neige à la pluie. La couverture de neige dure plusieurs mois, habituellement, aux altitudes plus élevées. Toutefois, en mars, avril et mai, les températures montent rapidement. La couverture de neige disparaît habituellement au mi-printemps, même dans les plus hautes montagnes de la République Tchèque.

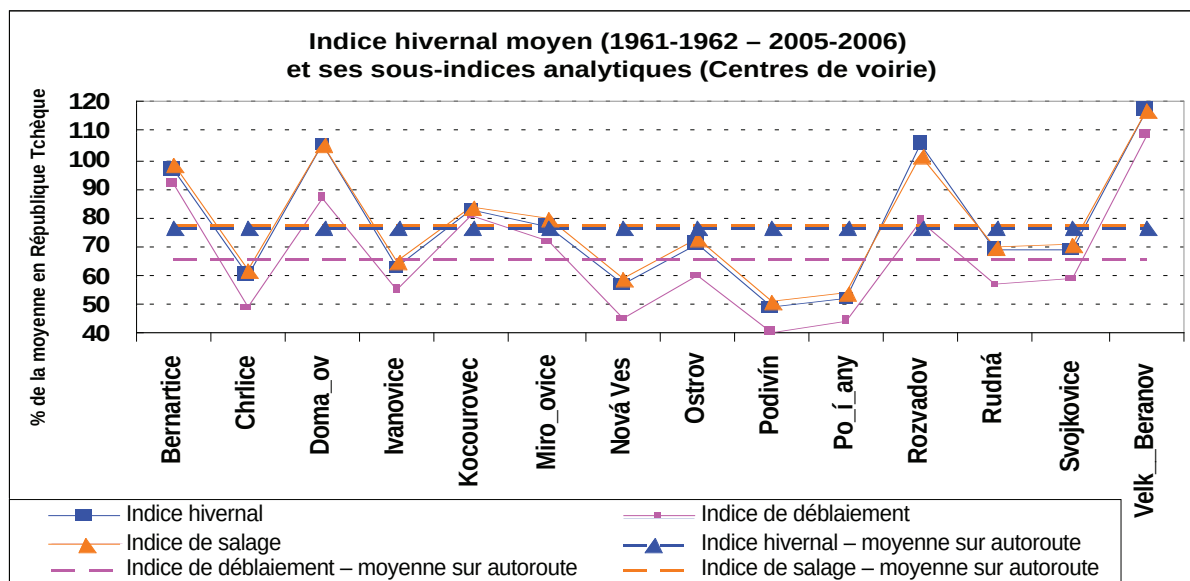


Figure 2 – Indice hivernal et ses sous-indices comparant les différents centres de voirie

2.3 Indices hivernaux

L'indice hivernal (IH) est un système d'analyse en profondeur et de comparaison de la performance de l'entretien hivernal et des coûts afférents. Les utilisateurs de ce système sont principalement les gestionnaires des budgets, mais aussi les entrepreneurs chargés de l'entretien hivernal des routes. L'IH décrit avec précision les conditions hivernales d'un territoire donné pendant une période déterminée et compare le coût réel de l'entretien hivernal.

L'Administration des routes et autoroutes de la République Tchèque utilise l'IH pour évaluer l'efficacité de l'entretien hivernal et la performance des divers centres de gestion des routes, en collaboration avec l'entreprise Cross Zlin et l'Institut de météorologie tchèque.

L'indice hivernal (IH) est un système d'analyse et de comparaison de la performance de l'entretien routier hivernal et des coûts associés, en fonction des conditions météorologiques réelles ayant prévalu sur une portion du réseau routier et autoroutier. Les principales activités faisant l'objet d'un suivi sont les suivantes :

- Épandage de sel ou de gravillons sur les routes et utilisation de sel et d'autres matériaux;
- Déblaiement de la neige;
- Itinéraires d'inspection.

Il y a un lien direct entre les conditions réelles de météo et les paramètres mentionnés ci-dessus.

Quand les conditions hivernales deviennent plus rudes (chutes de neige, températures autour du point de congélation, pluie verglaçante, formation de glace sur les routes, etc.), il devient nécessaire d'utiliser plus de véhicules d'entretien et davantage de sel, ce qui constitue le poste de dépense le plus important de l'entretien hivernal. L'IH est un outil unique qui permet un contrôle rétrospectif de la performance de l'entretien hivernal et la comparaison des niveaux d'entretien entre les différents centres de voirie, ou des entrepreneurs. Sur la base des analyses, on peut détecter des divergences par rapport aux normes établies et signaler tout cas isolé ou anomalie à long terme ainsi que tous accroissements de coûts injustifiés.

La figure 2 présente sous forme graphique, l'utilisation de l'indice hivernal. La performance de l'entretien routier ou autoroutier de divers centres de voirie s'y trouve évaluée.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'entretien hivernal en République Tchèque est réglementé par la Loi sur les routes, n° 13/1997 et par le règlement n° 104/1997 du ministère des Transports qui explicite la Loi sur les routes.



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

L'Administration des routes et autoroutes de la République Tchèque (ARA) s'occupe de la gestion et de l'entretien de 715 km d'autoroute et de quelques routes express. Les administrations régionales gèrent l'entretien hivernal des autres routes. En 2004, l'ARA a publié *Le régime de gestion et d'entretien hivernal* et en 2007, *Méthode technologique d'entretien des autoroutes et routes express*.

3.2 Organisation des activités de l'entretien hivernal

L'entretien hivernal réduit selon leur importance l'effet des intempéries et des conditions hivernales sur la viabilité des routes. En situation hivernale, l'administrateur des routes élimine ou du moins réduit les problèmes de viabilité en conformité avec le programme établi dans le plan d'entretien hivernal et les dispositions de la Loi sur les routes.

Cela signifie que les services de voirie doivent enlever la neige et la glace des routes au moyen d'une machinerie adaptée. Les couches de neige de plus de 3 cm sont déblayées avec des chasse-neige. Les couches de verglas, de glace ou de neige de moins de 3 cm sont traitées avec des fondants. Il convient de distinguer entre le déneigement seul, l'épandage de fondants seul ou les deux activités effectuées simultanément. De plus, on pratique régulièrement des contrôles de la viabilité de la route.

L'ARA gère 16 centres de gestion et d'entretien des autoroutes (SSUD) et 1 centre de gestion et d'entretien des routes express (SSURS) qui constituent la base de l'entretien hivernal des autoroutes. Un centre SSUD s'occupe de l'entretien hivernal d'environ 50 km d'autoroute, ce qui équivaut à environ 1 000 km² de chaussée.

Chaque SSUD dispose des installations et de l'équipement suivant :

- 6-8 camions équipés d'épanduses de saumure et d'une lame de déneigement;
- Un dépôt de sel (NaCl) contenant de 2 000 à 3 500 tonnes, le dépôt étant généralement dimensionné pour contenir la provision nécessaire pour une année;
- Une installation de préparation de saumure (chlorure de sodium en solution) avec 2 réservoirs de stockage, auxquels s'ajoutent des réservoirs pour les solutions concentrées de chlorure de calcium qui servent à humidifier le sel d'épandage;
- Une chargeuse munie d'un godet de 1,5 m³ environ utilisé pour charger le sel dans les épanduses;
- Un bureau de commande dans le bâtiment du SSUD équipé d'un système de communication avec les véhicules d'épandage, de téléphones et l'accès aux données météorologiques et aux caméras de surveillance, etc.

D'autres installations et matériels sont décrits dans le *Régime de gestion et d'entretien hivernal*. La description des systèmes reliés à l'entretien hivernal, comme les stations météo, les dispositifs d'alerte et les caméras de surveillance sont décrits dans *Le régime de signalisation et marquage routiers et les installations d'administration et d'entretien*.

Généralement, les exigences des usagers sont très élevées. Ils s'attendent à une utilisation rapide et sécuritaire des routes et si possible, complètement libres de neige, (« chaussée noire ») sur toute la longueur. Les exigences en matière de qualité de l'entretien, de confort de conduite, de sécurité et de vitesse sont toujours plus élevées.

Les gestionnaires des routes essaient de satisfaire ces demandes en utilisant des équipements performants, en collaborant étroitement avec l'organisme de météorologie, en installant des capteurs de données météorologiques et en pratiquant, des alertes mutuelles, etc. De même, l'utilisation de matériels d'épandage toujours plus performants associée à des technologies permettant l'utilisation combinée de sel et de saumure facilitent l'offre de service. L'ARA utilise également des matériaux inertes (pierre concassée) sur un tronçon de l'autoroute D2, d'environ 1,6 km, en raison de l'interdiction d'y utiliser des fondants pour préserver la qualité de l'eau.

Les opérations directes d'entretien hivernal consistent en un suivi des situations météorologiques et routières, à l'épandage de sel, au déneigement et à l'enlèvement de la neige au moyen de turbines à neiges et aux opérations de déneigement et d'épandage. Autant de raisons pour les gestionnaires des routes de se préparer le mieux possible pour faire face aux situations même imprévisibles.

En ce qui a trait à l'entretien routier, chaque SSUD est conçu pour couvrir une longueur de 50 à 60 km de réseau et ce, à partir d'un point central. Ainsi, une épanduse qui quitte le SSUD avec une charge normale de fondants et dans des conditions normales d'utilisation de sel au mètre carré devrait pouvoir revenir au centre sans rouler à vide. Cette longueur est choisie en fonction d'une durée de parcours de moins de 2 heures.

L'entretien hivernal est exécuté en conformité avec le plan d'entretien hivernal du SSUD. La structure organisationnelle garantit que le personnel n'est pas soumis à des horaires brisés et que les travailleurs, les contrôleurs compris, se relèvent en quarts réguliers. Certains travailleurs sont en astreinte. Le contrôleur (chef de quart) soumet l'information sur la viabilité de la route à un poste désigné par le ministre des Transports à des intervalles prédéterminés ou au besoin. Le contrôleur coopère avec les forces policières ou les autres organismes de l'Administration des routes et autoroutes, le système de sauvetage intégré, auxquels il fournit de l'information à caractère opérationnel, etc.



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

L'ARA surveille régulièrement et évalue le déroulement de l'entretien hivernal. À la fin de la saison hivernale, elle produit une évaluation technique et économique des données disponibles tout en les commentant.

3.3 Évaluation des mesures de déneigement et de déglçage

Les données de base relatives à l'entretien hivernal pour la période 1999-2008 sont indiquées au tableau 2 ci-après. Cela comprend particulièrement, la consommation totale de sel, la consommation moyenne de sel au km linéaire d'autoroute, le nombre de km parcourus en inspection autoroutière et le nombre de km parcourus durant les opérations d'entretien hivernal.

Les coûts de l'entretien hivernal se composent principalement de l'achat des fondants et du fonctionnement de chaque SSUD.

Si l'entretien hivernal nécessite un nombre exceptionnel d'interventions, les conséquences financières se feront sentir sur le budget d'entretien d'été.

L'entretien hivernal est un cas particulier, car ses coûts sont fortement liés à la météo qui est pour le moins imprévisible, au moment où on prépare les budgets. Il est par conséquent difficile de prévoir les coûts de l'entretien hivernal. Par ailleurs, on ne peut pas réduire l'entretien hivernal en raison de son importance et en raison des conséquences immédiates que pourraient avoir des économies inconsidérées sur la circulation et la viabilité des autoroutes et routes express.

Toutefois, l'interrelation entre la météo et l'entretien d'hiver ne signifie pas que ce dernier ne peut pas être efficace au plan économique.

Les fondants sont achetés à la suite d'appels d'offres. Une fois les exigences préliminaires satisfaites, le coût est le facteur décisif. Les coûts trimestriels sont déterminés pour chacun des SSUD et ils incluent tous les tarifs douaniers et les frais de transport. Les coûts varient donc d'un SSUD à l'autre et en fonction du trimestre où l'achat a été effectué. Dans le second et le troisième trimestre, les prix sont de 10 % inférieurs à ceux des premier et quatrième trimestres. Il paraît donc que l'achat de sel en été est une bonne économie. Toutefois, la capacité limitée des entrepôts et la possibilité d'acheter du sel dont on n'aurait pas besoin en raison d'un hiver doux militent contre cette stratégie.

On procède donc aux achats de base de façon hâtive en été, tout en conservant la possibilité d'acheter les quantités manquantes au cours de l'hiver. Les contrats d'approvisionnement sont préparés de telle manière que l'on puisse acheter seulement les quantités qui correspondent aux besoins réels et à la situation financière.

Un dosage précis du sel revêt une grande importance sur sa consommation. Il est important d'utiliser des mécanismes qui distribuent de manière fiable la quantité déterminée à épandre. Ce n'est pas seulement une question d'économie, mais également une question de sécurité routière.

Saisons	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08
Consommation de sel en t	18 139	14 076	18 921	17 614	28 339	27 005	34 840	14 472	18 829
Tonnes/km	35,6	27,2	34,7	32,3	50,2	46,0	58,0	20,6	26,0
km en inspection	182 038	131 776	171 531	157 483	166 720	155 042	152 202	83 329	126 503
km en entretien d'hiver	327 160	250 770	362 658	276 191	489 984	436 911	583 617	239 283	333 888

Tableau 2 – Données d'entretien hivernal pour la période 1999 – 2008



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

La somme des coûts pour l'entretien hivernal est presque indépendante de toute planification. En effet, comme les fonds sont tirés d'un budget annuel, un hiver difficile se traduit par une pénurie d'argent pour l'entretien de l'été suivant. C'est pourquoi la planification des coûts en fonction de l'hiver le plus rude semble la meilleure méthode. Si toutefois, les fonds sont alloués selon un niveau de service donné, cela peut se traduire par un gaspillage relatif des fonds. Dans ce cas, il est idéal d'actualiser le budget après le premier trimestre, en fonction de l'hiver précédent. Selon une planification à long terme, le montant optimal de financement se situe aux environs de 50 millions de couronnes tchèques par année.

3.4 Informations sur la sécurité routière

Avant tout, l'entretien routier se fonde sur :

- Une surveillance permanente des conditions météorologiques et de leur évolution potentielle dans un secteur routier donné;
- La collecte d'information auprès des usagers, des services de police et d'autres services publics;
- Le suivi des données des stations météorologiques et de certains capteurs;
- Les données de stations météo spécialisées.

L'élément déclencheur du début immédiat des opérations (épandage, déblaiement, etc.) est la précipitation et son intensité. La précipitation peut être sous forme de pluie, de chute de neige, ou d'un mélange des deux, d'une formation de givre ou de verglas. Le point crucial, c'est celui du moment de lancer les opérations ou, si possible, de les lancer en avance. L'expérience du superviseur peut faire la différence.

Les circonstances, les niveaux et les situations d'intervention peuvent être déterminés par des règles techniques ou technologiques, mais avec certaines difficultés.

Les niveaux d'intervention sont déterminés par la perception du public et du personnel d'entretien à l'égard de la qualité des conditions de chaussée qui sont considérées comme non sécuritaire. En entretien hivernal, les situations les plus difficiles sont celles où la viabilité de la route n'est pas apparente (givre, verglas), sans compter qu'elles se produisent localement et qu'elles changent très rapidement.

Dans le tableau 3, ci-après, on résume les problèmes et les situations particulières exigeant une intervention, de même que les solutions à mettre en place.

Problème	Conséquence	Moment de l'intervention	Condition de retour
Neige, chutes de neige et congères	Fluidité de la circulation et sécurité	Début de l'évènement	Conditions originales
Verglas, glace	Fluidité de la circulation et sécurité	De façon préventive si possible ou début de l'évènement	Conditions originales
Bruine	Fluidité de la circulation et sécurité	Début de l'évènement	Conditions originales

Tableau 3 – Problèmes et solutions

Depuis quelques années, de plus en plus d'exigences technologiques et environnementales apparaissent. Parmi celles-ci, on trouve la protection de la nappe phréatique, celle de la végétation aux abords de la route et la préservation de la qualité des sols. Pour garantir un niveau approprié d'entretien hivernal, il est nécessaire d'harmoniser un certain nombre de facteurs sur les plans administratif, social, organisationnel avec les opérations de distribution et de réparation. Il faut aussi prendre en compte des facteurs climatiques et géographiques et mettre à profit les expériences des années antérieures. Le gestionnaire est toujours critiqué pour un service d'urgence insuffisant, un retard dans les opérations et sur le fait qu'il aurait pu utiliser des méthodes différentes et ainsi prévenir des dommages et des blessures.

4. Recherches et études en cours pour améliorer l'entretien hivernal

Des représentants de la République Tchèque ont participé à la mise au point de projets comme le :

- COST 343 : Réduction des fermetures de route par de meilleures méthodes d'entretien des chaussées;
- COST 353 : stratégies d'entretien hivernal pour améliorer la sécurité des routes européennes, etc. De cette manière, les dernières avancées des connaissances et de la technologie en matière d'entretien hivernal des routes sont mises à profit.



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

4.1 Module de répartition des communications pour l'entretien hivernal

Le principe de ce système est de simplifier au maximum les informations pertinentes à l'évolution probable des conditions météorologiques et routières pour l'opérateur. Les informations sont ciblées en fonction des responsabilités de l'opérateur, c'est-à-dire pertinentes pour un tronçon de route particulier du réseau. Les données provenant des stations météorologiques ou celles en provenance de d'autres sources sont toujours disponibles et ce faisant la possibilité d'une analyse détaillée et d'une évaluation des informations qui y sont présentes est maintenue.

Cette nouvelle solution part d'une analyse détaillée des données météorologiques pour présenter sous forme graphique, un tableau clair et synthétisé de l'évolution supposée de l'état de la chaussée pour la période des quelques heures à venir (environ 6 heures). Ainsi, cette approche permettrait de s'assurer qu'un employé moins qualifié ou moins expérimenté pourrait utiliser ce système informatique sans impact négatif sur la qualité de l'entretien hivernal.

Le but du système est de prédire correctement l'état futur de la chaussée en se basant sur les prédictions de la météo, mais sans déterminer la manière ni l'importance des travaux d'entretien hivernal.

Ce système a été mis à l'essai dans la région de Pardubice.

Les intrants du système sont :

- Les données météo provenant de l'Institut de météorologie national (CHMI) et des stations météorologiques ;
- La cartographie thermique ;
- Les informations basées sur l'expérience ;
- Les données géographiques ;
- Les données techniques sur les chaussées ;
- Les données sur les travaux d'entretien.

Les produits du système sont :

- Une cartographie thermique de la chaussée ;
- Une cartographie des conditions de la chaussée.

La figure 3 présente un exemple des sorties graphiques du système.

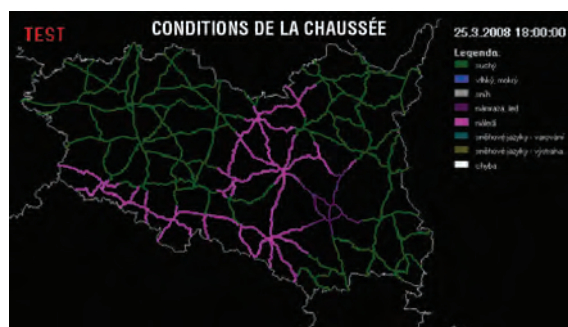


Figure 3 – Sortie du module

5. Références

République Tchèque – le site Web officiel du ministère des Affaires étrangères

Routes et autoroutes de la République Tchèque 2007. Administration des routes et autoroutes de la République Tchèque (ARA), 2007

Gestion et entretien des autoroutes en République Tchèque. Régime de gestion et d'entretien hivernal ARA 2004

Procédure d'entretien hivernal des autoroutes et routes express, ARA 2007

Module de répartition des communications pour l'entretien hivernal (MDSS). Cross Zlin, 2008

Sites Internet :

www.ARA.cz

www.ceskedalnice.cz



ROYAUME-UNI

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Le Royaume-Uni est constitué de quatre pays, à savoir l'Angleterre, l'Irlande du Nord, l'Écosse et le Pays de Galles. La superficie totale du Royaume-Uni est de 243 800 km², répartis comme suit :

- Angleterre – 130 400 km²;
- Irlande du Nord – 13 800 km²;
- Écosse – 78 800 km²;
- Pays de Galles – 20 800 km².



La géographie physique du Royaume-Uni est d'une grande diversité. Elle comprend les falaises calcaires de la côte sud, les vallons et les champs du sud-est de l'Angleterre, les falaises de granit de la péninsule du sud-ouest, les montagnes du Pays de Galles, les lacs et les montagnes du nord de l'Angleterre, les basses-terres, hautes-terres et îles d'Écosse, et les champs, lacs et montagnes d'Irlande du Nord. La population (61 millions d'habitants) est répartie assez inégalement entre les quatre pays : 51 millions en Angleterre, 2 millions en Irlande du Nord, 5 millions en Écosse, et 3 millions au Pays de Galles.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier du Royaume-Uni comprend 14 568 km d'autoroutes et de routes principales et 405 473 km de routes d'intérêt local.¹ Le trafic routier sur ce réseau est de 490 milliards de kilomètres parcourus par les véhicules par an (hors Irlande du Nord).² Chaque pays au sein du Royaume-Uni a sa propre approche en matière de gestion de réseau.

Angleterre – Le réseau anglais consiste en 7300 km d'autoroutes et de routes principales et 294 800 km de routes d'intérêt local. Le ministère des Transports gère les transports par l'intermédiaire de plusieurs établissements publics chargés des différents modes de transport : la Highways Agency est chargée de la gestion de la majeure partie du réseau d'autoroutes et de routes principales. Les collectivités locales, généralement les County Councils, sont chargées de la gestion des routes d'intérêt local. Transport for London est responsable de tous les modes de transport en commun à Londres, ainsi que des routes.

ROYAUME-UNI



*Autoroutes et routes principales
Réseau de routes d'intérêt national géré par la Highways Agency
(Source : Highways Agency)*

Irlande du Nord – Le réseau d'Irlande du Nord comprend 2 380 km de routes d'intérêt national et 22 500 km de routes d'intérêt local. Le Service des Routes est responsable de l'ensemble des routes d'Irlande du Nord.



Le réseau de routes nécessitant l'utilisation de fondants en Irlande du Nord est assez important, mais les dimensions de cette carte ne permettent d'illustrer que les routes principales.

En plus des routes montrées sur cette carte datant de l'année 2000 environ, des milles de voies publiques reçoivent aussi du sel dans les villes et les zones rurales.

Les détails relatifs à toutes ces routes sont disponibles dans nos bureaux locaux (voir les adresses au verso).

Nous avons récemment révisé tous nos itinéraires de salage, pour nous assurer que nous avons inclus toutes les routes qui correspondent aux critères énumérés au verso.

*Principaux itinéraires de salage en Irlande du Nord
(Source : service des Routes)*

Écosse – Le réseau routier écossais comprend 3200 km de routes d'intérêt national et 56 000 km de routes d'intérêt local. Le gouvernement écossais est chargé de la gestion des routes d'intérêt national. Les 32 collectivités locales sont chargées de la gestion des routes d'intérêt local.



*Réseau routier principal écossais
(Source : Gouvernement écossais)*

Pays de Galles – Le réseau routier gallois comprend 1 688 km de routes d'intérêt national et 32 173 km de routes d'intérêt local. L'Assemblée nationale du Pays de Galles est chargée de la gestion des routes d'intérêt national, qui comprennent les routes principales et les autoroutes. Les autorités unitaires locales sont responsables de l'ensemble des voies publiques, qui ne sont pas d'intérêt national.

ROYAUME-UNI



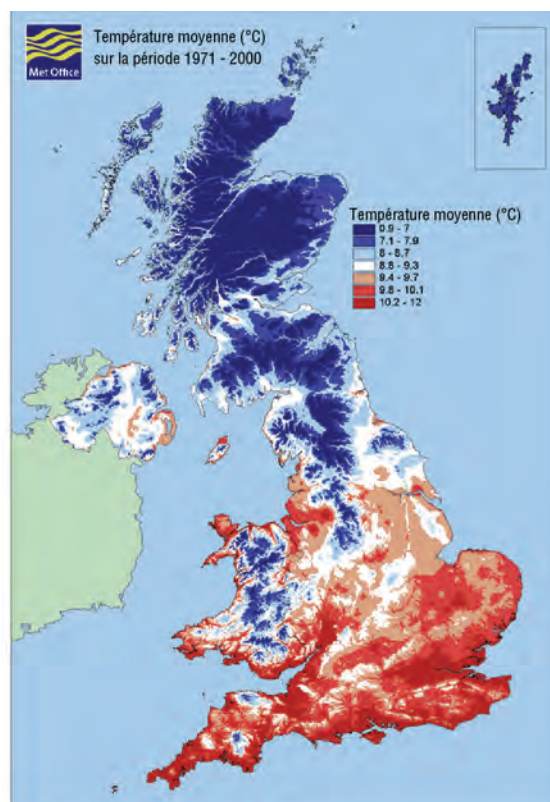
Réseau routier stratégique gallois
(Source : Assemblée nationale du Pays de Galles)

En Angleterre et en Écosse, la gestion et l'entretien du réseau routier d'intérêt national et autoroutier sont sous-traités. Des prestataires de services sont nommés pour exploiter des zones géographiques particulières pendant une période de cinq à sept ans. Au Pays de Galles, la gestion et l'entretien du réseau routier national sont essentiellement assurés par les agents des collectivités locales. Le Service des Routes est responsable de l'ensemble des routes d'Irlande du Nord.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Le Royaume-Uni se caractérise par un climat tempéré, avec des étés relativement chauds, des hivers froids et des précipitations abondantes tout au long de l'année. Parmi les principaux facteurs d'influence sur le climat figurent la latitude boréale du Royaume-Uni (qui s'échelonne de 50° à 60° N), la proximité immédiate de l'Océan Atlantique et, particulièrement le réchauffement par l'eau qui entoure les îles Britanniques, par la dérive nord-atlantique et le Gulf Stream. Le temps est connu pour ses variations d'un jour à l'autre, mais les fluctuations de température sur l'ensemble de l'année sont modestes.



2.2 Statistiques météorologiques : températures, jours de gel et de précipitation

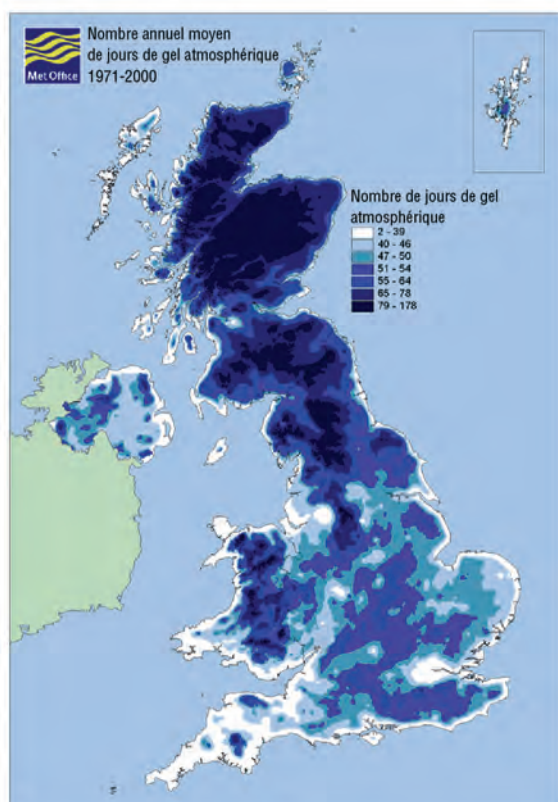
Le Royaume-Uni est dans la zone de convergence entre l'air tropical chaud au sud et l'air polaire froid au nord. Dans cette zone, les importantes variations de température génèrent une instabilité constituant un facteur majeur qui influence le temps variable et souvent inconstant que connaît le Royaume-Uni, où une seule journée peut être le théâtre de nombreux changements météorologiques.

	Temp. max. [°C]	Temp. min. [°C]	Jours de gel [jours]	Précipitations [mm]
Angleterre	13,1	5,6	49,9	838
Irlande du Nord	12,2	5,2	45,1	1112
Écosse	10,5	4,0	68,9	1520
Pays de Galles	12,3	5,5	49,1	1434

Moyennes 1971-2000 (Source : Met Office)

ROYAUME-UNI

Vers la fin de la saison hivernale, le temps se stabilise généralement, avec moins de vent, des précipitations et des températures inférieures. Cette variation est particulièrement prononcée à proximité des côtes, et ce, principalement en raison du fait que l'Océan Atlantique atteint souvent sa température la plus basse à cette époque après avoir été refroidi tout au long de l'automne et de l'hiver.



Nombre annuel moyen de jours de gel atmosphérique pour la période 1971 - 2000

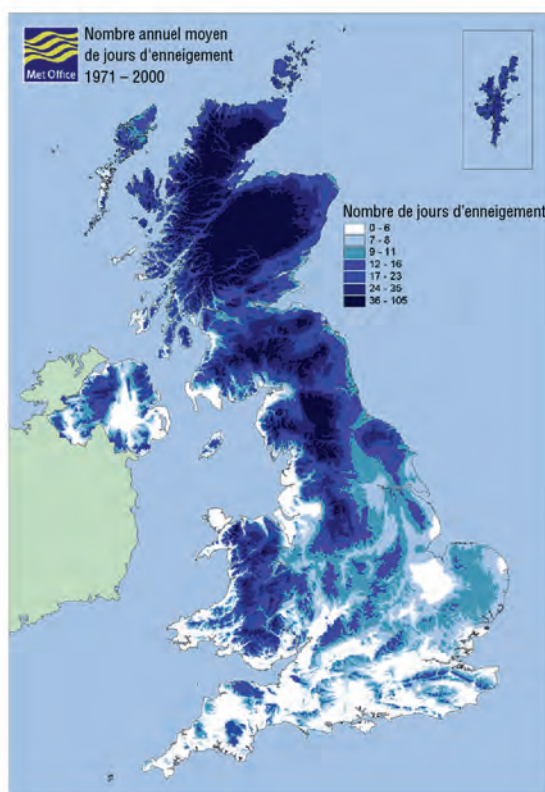
2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

En Angleterre, en Irlande du Nord et en Écosse, le Met Office (la météorologie nationale) a défini un indice des routes hors agglomérations (le Meteorological Office Open Road Index ou MOORI). Cet indice indique les conditions météorologiques et est généralement présenté sous forme (i) de moyennes sur plusieurs années des nuits au cours desquelles le réseau routier a dû être traité,

(ii) d'écarts d'un mois sur l'autre par rapport à la moyenne, et (iii) d'écarts par rapport aux moyennes sur l'ensemble de l'hiver, pour chaque station météorologique. De plus, une droite de régression des moindres carrés est produite pour déterminer les tendances à long terme.

Il existe généralement au Royaume-Uni trois périodes d'activation du service hivernal : (i) Haute période (normalement décembre, janvier et février), lorsque l'on peut raisonnablement s'attendre à des conditions difficiles; (ii) Basse période (novembre et mars), lorsque des conditions difficiles peuvent survenir; et (iii) Période marginale (mi-septembre, octobre et avril), lorsque des conditions difficiles ne sont habituellement pas prévues.

Les gestionnaires de routes d'intérêt local à travers le Royaume-Uni emploient un système de classement similaire. Ces périodes ont un impact sur la couverture du service hivernal imposée aux prestataires de services.



Nombre annuel moyen de jours d'enneigement 1971 - 2000



ROYAUME-UNI

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Les gestionnaires de réseau routier au Royaume-Uni ont l'obligation légale d'entretenir les routes, un service hivernal efficace faisant partie de leurs responsabilités. Les obligations légales de service hivernal diffèrent d'un pays à l'autre.

Les gestionnaires routiers en Angleterre et au Pays de Galles ont l'obligation légale de « s'assurer, dans la mesure du possible, que le passage en toute sécurité sur une route n'est pas compromis par de la neige ou du verglas ». ³ De plus, la loi de 1980 sur le réseau routier principal (Highways Act) impose aux gestionnaires de réseau de dégager la route de tout obstacle, qu'il résulte de « l'accumulation de neige, de l'éboulement des bas-côtés, ou de toute autre cause ». ⁴

En Irlande du Nord, le décret de 1993 sur les Routes (Roads Northern Ireland Order) exige du gestionnaire de réseau routier qu'il déblaie la neige et prenne les mesures qu'il juge raisonnables pour éviter que la neige ou le verglas n'entrave le passage en toute sécurité des personnes et véhicules empruntant la route.

En Écosse, les gestionnaires de réseau routier ⁵ ont l'obligation légale de prendre « les mesures qu'ils jugent raisonnables pour éviter que la neige et le verglas ne compromettent le passage en toute sécurité sur les voies publiques ». ⁶

En Angleterre, la Highways Agency a pour objectif d'assurer un service hivernal qui permette, dans la mesure du possible, une circulation en toute sécurité sur les autoroutes et les routes d'intérêt national, et limite les retards et accidents liés aux intempéries. Les procédures d'entretien hivernal en Angleterre sont définies dans le Network Management Manual et le Routine and Winter Service Code, incluant les exigences et les conseils relatifs au service hivernal sur les routes principales.

Le Welsh Assembly Government Trunk Road Maintenance Manual; Part 4: Winter Maintenance définit les exigences et les conseils de la National Assembly for Wales [Transport Wales] concernant la viabilité hivernale sur les autoroutes et le réseau routier principal relevant de la responsabilité de l'Assemblée, selon lesquels la priorité est accordée aux autoroutes et au réseau routier principal d'intérêt prioritaire.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Le budget dépensé pour la viabilité hivernale des routes du Royaume-Uni est estimé à 150 millions de livres par an. ⁷ Le Pays de Galles dépense en moyenne par hiver près de 4 millions de livres pour la viabilité hivernale des autoroutes et autres routes d'intérêt national ⁸, tandis que l'Écosse dépense 5 millions de livres, soit près de 4 % de l'ensemble des dépenses sur son réseau. 5 millions de livres environ sont affectées chaque année à la viabilité hivernale en Irlande du Nord.

Les guides anglais et gallois d'entretien du réseau routier principal décrivent tous deux les rôles, les responsabilités, les objectifs de service, les techniques d'exploitation, l'épandage de sel et autres matériaux de déverglage, l'utilisation de matériels et équipements d'entretien, ainsi que les moyens de liaison et de communication.

Rôles et responsabilités

La Highways Agency (Angleterre), le Service des Routes d'Irlande du Nord (Roads Service), le gouvernement écossais (Scottish Executive) et l'Assemblée nationale du Pays de Galles [Transport Wales] sont chargés de définir la politique générale de viabilité hivernale sur le réseau d'autoroutes et de routes d'intérêt national. Le maître d'œuvre et l'entreprise chargés de l'entretien et de l'exploitation assurent la gestion opérationnelle de la viabilité hivernale et fournissent la main-d'œuvre, les équipements et matériaux nécessaires, à l'exception des moyens autoroutiers particuliers qui leur sont fournis (à l'exception de l'Écosse).





ROYAUME-UNI

Les fournisseurs de services et les services de voirie du Royaume-Uni préparent généralement un plan d'entretien hivernal pour hiver rigoureux, mis à jour annuellement. Il décrit la politique, les objectifs, les procédures et les dispositions opérationnels. Ce document est souvent mis à la disposition du grand public afin que les résidents, les sociétés de transports et les industries locales puissent être informés du niveau de service auquel s'attendre. De plus, le document détaille les conditions locales particulières et la manière dont sera fourni un niveau de service satisfaisant, en conformité avec la législation particulière aux paliers de gouvernement local, régional et national.

Objectifs et techniques d'exploitation

Les dispositions opérationnelles dans le plan d'entretien hivernal pour hiver rigoureux définissent le réseau de prétraitement préventif, les préparatifs, les plans d'épandage sélectif et de déblaiement, les stocks de fondants situés stratégiquement, les prévisions de verglas et de neige et les procédures de surveillance et de traitement de la neige et du verglas, de même que les procédures établies pour l'information du public et des médias et le suivi de l'efficacité de toutes ces mesures.

Le traitement préventif est entrepris sur l'ensemble des routes prioritaires du réseau et offre le moyen le plus efficace de garantir la sécurité des itinéraires les plus empruntés par les véhicules. Les définitions et les critères appliqués pour déterminer le réseau susceptible de bénéficier d'un traitement préventif varient considérablement d'un pays et d'un gestionnaire de réseau routier à l'autre. Le réseau susceptible de bénéficier d'un traitement préventif comprendra généralement divers ordres de priorité selon la catégorie d'entretien comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Catégorie d'entretien	Type de route	Fonction
1	Autoroutes	Route à grande circulation
2	Route nationale importante	Route à grande circulation
3	Autre route nationale	Route à grande circulation
4	Route de comté importante	Routes interurbaines et de transit
5	Route de comté secondaire	

Outre la définition du réseau par catégorie d'entretien, des critères tels que la circulation, la population des agglomérations, les services d'urgence et équipements publics, les réseaux de salage des gestionnaires de réseaux routiers voisins en ce qui concerne les niveaux de priorité d'intervention inférieurs et les infrastructures importantes destinées aux cyclistes et aux piétons, sont pris en compte.

Des exercices d'optimisation des itinéraires de traitement sont conduits pour une meilleure efficacité et garantir une coordination avec d'autres itinéraires. Les opérations de prétraitement sont ainsi mieux ciblées et en déterminant les mesures à prendre pour chaque itinéraire, on minimise tout traitement inapproprié en cas de prévisions météorologiques marginales. Le réseau de traitement préventif est généralement représenté sur une carte. De plus, des fiches et cartes d'itinéraires sont produites pour chaque itinéraire susceptible de bénéficier d'un traitement préventif et des copies sont conservées en permanence dans les engins. Le réseau susceptible de bénéficier d'un traitement préventif est révisé chaque année pour refléter les développements, les améliorations et les changements des conditions de trafic.

Les gestionnaires de réseau routier et leurs prestataires de services définissent l'organisation de la prochaine campagne hivernale avant la fin de l'été. Les questions généralement abordées avant l'hiver sont la préparation des équipements et matériels nécessaires à la viabilité hivernale, la qualification des agents, le calibrage des capteurs météorologiques routiers, la permanence à assurer en cas de conditions météo défavorables, les stocks de fondants, les systèmes de transmission et les tableaux de service.

L'épandage de sel

La gestion des stocks de sel et de leur réapprovisionnement est un enjeu majeur. Des réserves minimales sont spécifiées pour chaque dépôt, pouvant varier au cours de la période hivernale. Les niveaux de stocks de sel sont généralement basés sur les hivers précédents et sont suffisants pour gérer un hiver moyen. Les stocks sont réapprovisionnés en cas de conditions météorologiques particulières.

Les abris à sel, de plus en plus répandus à travers le Royaume-Uni, permettent que le sel conserve une faible teneur en humidité, empêchant toute dissolution et facilitant sa manipulation.



ROYAUME-UNI

La qualité, la composition chimique et l'homogénéité du sel sont importantes pour garantir un contrôle du débit d'épandage. La plupart des gestionnaires de réseaux préfèrent le sel gemme au sel raffiné ou marin, principalement pour des raisons de coût. En général, un sel gemme fin est utilisé pour le salage préventif afin de limiter les dégâts causés aux véhicules et obtenir un épandage plus uniforme sur la chaussée, tout en minimisant les épandages excessifs et la contamination de la végétation environnante.

Type de sel	Calibre	Tamis de contrôle BS410	% en sortie de tamis
Sel gemme	Gros	10 mm	100
		6,3 mm	75-95
		2,36 mm	30-70
		300 µm	0-20
Sel raffiné et sel marin	Fin	6,3 mm	100
		2,36 mm	30-80
		300 µm	0-20
		10 mm	100
Sel raffiné et sel marin	Gros	1,18 mm	0-80
		150 µm	0-10
		1,18 mm	100
		150 µm	0-30

Calibre du sel (BS3247)

En 2008, la Highways Agency d'Angleterre a mis en route un plan d'approvisionnement de quatre ans de nouveaux véhicules d'entretien hivernal, capables d'épandre du sel préhumidifié. Des réservoirs installés sur les côtés de la caisse de ces nouveaux véhicules contiennent de la saumure qui peut être mélangée au sel dans des proportions établies pour obtenir un mélange optimal, qui correspond généralement à 70 % de sel pour 30 % de saumure. Ce mélange de sel préhumidifié s'épand de la même manière que le produit sec.

L'utilisation de l'équipement et des matériels d'entretien

– La disponibilité de l'équipement d'entretien hivernal est cruciale pour l'efficacité des opérations. Le parc de véhicules d'épandage doit être bien entretenu.

Les gestionnaires de réseau routier disposent d'une grande variété d'équipements et d'engins pour exercer leurs responsabilités d'entretien hivernal. La topographie et les besoins de chacun des pays et des régions étant différents, il est nécessaire d'employer des matériels adaptés aux conditions particulières. Le choix de la taille et du type de véhicules utilisés dépend des caractéristiques du réseau routier et de la longueur de l'itinéraire à traiter.

Les nouveaux véhicules de la Highways Agency ont été achetés auprès de deux entreprises : Romanquip et Schmidt. La caisse de l'épandeur Romanquip est construite presque entièrement à partir d'une cuve en acier inoxydable. Les avantages de ce mode de construction : une maintenance réduite et une vie utile prolongée. Le véhicule Schmidt est muni d'une trémie modulaire Stratos au fini obtenu par l'utilisation d'une peinture en poudre (pulvérisation électrostatique et cuisson au four), ce qui est un avantage pour le travail dans l'environnement rigoureux de l'hiver. Les deux véhicules sont montés sur des châssis MAN Euro IV. Comme l'approvisionnement de ces véhicules se poursuit jusqu'en 2011, les prochains seront dotés de moteurs Euro V.

Une attention particulière est apportée aux ressources requises pour faire face à d'importantes chutes de neige. Un engin d'épandage spécialisé à quatre ou six roues motrices est affecté aux terrains en altitude ou aux itinéraires comprenant des pentes à forte déclivité où une traction et une propulsion supérieures sont indispensables en cas de chutes de neige abondantes. Des chasse-neige de réserve sont prévus pour assurer une assistance et une couverture en cas de dégâts causés aux équipements de première ligne.

Si le traitement préventif s'avère insuffisant pour éviter la présence de verglas ou de neige sur une route d'intérêt national, un traitement supplémentaire comprenant salage, chasse-neige et/ou turbine à neige est entrepris pour rétablir des conditions de sécurité satisfaisantes sur toutes les routes et les mettre au noir dès que possible. La neige est raclée dès que son épaisseur dépasse 30 mm. Chaque passage de chasse-neige est accompagné d'un épandage de sel, en général conformément au tableau ci-dessous.

État de la chaussée	Température de l'air	Traitement			
		Salage (grammes/mètre²)		Raclage	Turbine à neige
		Sel			
Formation de verglas	Inférieure à moins 5 °C et stable	20 à 40		Non	Non
Couche de neige dépassant 30 mm	Inférieure à moins 5 °C et stable	10		Oui	Non
Couche de neige dépassant 30 mm	Inférieure à moins 5 °C et baissant	10 à 40		Oui	Non
Accumulation de neige due à des chutes prolongées	Inférieure à moins 5 °C et stable	20 à 40		Oui (en continu)	Si applicable
Neige tassée / verglas de moins de 20 mm d'épaisseur	Supérieure à moins 5 °C	20 à 40 (successif)		Non	Non

Modes de traitement du verglas et de la neige
(Source: Gouvernement écossais)

ROYAUME-UNI

En cas de chutes de neige extrêmes, les gestionnaires de réseau routier emploient également des turbines à neige, qui sont des engins soit automoteurs soit démontables. En Écosse, où les chutes de neige abondantes sont fréquentes, les engins automoteurs sont indispensables. Les turbines à neige modernes sont puissantes et capables de déplacer un volume important de neige.



Le calibrage est essentiel à l'efficacité des opérations de viabilité hivernale et chaque véhicule est testé pour s'assurer qu'il respecte les débits et largeurs d'épandage correspondant aux paramètres définis. Le calibrage des équipements est conduit avant les premières gelées.

Systèmes d'informations de météorologie routière

L'ensemble des gestionnaires de réseaux routiers britanniques fait appel à des systèmes d'informations de météorologie routière.

Par exemple, sur le réseau routier d'intérêt national anglais, les prévisions météorologiques et les prévisions de verglas sont communiquées dans le cadre de deux contrats distincts : les prévisions météorologiques sont fournies par des prestataires de services et la prévision du verglas est assurée par un service central de la Highways Agency. L'organisme compte plus de 200 stations de météorologie routière qui recueillent des données météo toutes les vingt minutes, pendant tout l'hiver. Ces données sont transmises via un système d'information aux organismes de prévisions qui intègrent les données observées à leurs propres modèles de prévision pour fournir des prévisions locales détaillées. Les maîtres d'œuvre prestataires de services utilisent ces informations pour déterminer les opérations de traitement et surtout les délais d'intervention.



Vaisala – Station de météorologie routière

Une prévision précise du verglas et des chutes de neige est un facteur clé pour réaliser un service hivernal efficace, c'est à dire en minimisant les opérations de salage inutiles tout en préservant la sécurité optimale du réseau. Les gestionnaires de réseau routier investissent de façon considérable dans les technologies de pointe pour permettre des prévisions d'une grande précision, afin que les mesures appropriées soient prises.

Les prévisions de températures négatives et de chutes de neige sont généralement formulées en interprétant les informations issues des sources suivantes :

Prévisions météorologiques

Il existe deux formats de prévisions météorologiques, les prévisions *régionales* et les prévisions *locales*. Les prévisions météorologiques routières régionales sont des prévisions ordinaires sous forme de texte, qui couvrent la totalité de la région exploitée par le gestionnaire de réseau routier ou le prestataire de services régional. Les informations sont similaires à un bulletin météorologique traditionnel, comme ceux publiés dans la presse ou sur Internet, à ceci près que les prévisions météorologiques sont déclinées suivant leurs conséquences sur le réseau routier. Les prévisions météorologiques locales concernent un point particulier sur le réseau routier. Les prévisions locales sont normalement fournies pour des sites équipés d'un capteur routier. Cette approche facilite la surveillance et le contrôle par rapport aux prévisions météorologiques traditionnelles.

Cartographie thermique

La cartographie thermique d'un réseau routier met en évidence les profils de températures, les endroits à surveiller plus particulièrement, les différentes zones climatiques, et indique l'emplacement des capteurs de prévision du verglas. Une carte thermique peut être utilisée pour extrapoler à l'ensemble du réseau les informations provenant de capteurs ponctuels.



ROYAUME-UNI

La température de surface de la chaussée varie dans l'espace et dans le temps. Elle dépend de certains facteurs fixes comme l'altitude, la topographie, la structure de la chaussée, l'exposition et de facteurs variables comme le trafic et les conditions météorologiques. Compte tenu du coût élevé de la cartographie thermique, il est important d'évaluer ses bénéfices. Il est envisagé d'adopter une carte thermique dynamique pour mieux prendre en compte les facteurs variables.

Radar prédictif (si disponible)

Les informations météorologiques par satellite sont très utiles pour comprendre le mouvement des systèmes météorologiques afin d'évaluer le risque d'avoir une période prolongée d'intempéries et identifier la couverture nuageuse, facteur hautement pertinent lorsque les prévisions météo sont marginales. Alors que le radar météorologique classique n'indique que l'intensité des précipitations (pluies), d'autres systèmes polyvalents récemment développés peuvent fournir des prévisions relatives aux types de précipitations. Un radar peut également aider à déterminer l'heure d'intervention souhaitable.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Les procédures d'évaluation des opérations de viabilité hivernale sont généralement intégrées au plan d'exploitation de la viabilité hivernale. Au Royaume-Uni, les gestionnaires de réseaux routiers locaux suivent le principe du meilleur rapport qualité-prix. Différents indicateurs de performance (IP) sont employés pour contrôler la qualité du service hivernal.

Exemples d'indicateurs de performance :

Objectif :	Respect à 100 % du temps de réponse concernant la sortie du dépôt
IP :	Nombre de départs en retard
Objectif :	Respect à 100 % des temps de réponse concernant l'achèvement des itinéraires.
IP :	Nombre d'arrivées en retard
Objectif :	Réception du journal du prestataire de services.
IP :	Nombre d'événements reçus après les délais convenus; en pourcentage du total des événements signalés dans le journal de la campagne hivernale.
Objectif :	Réception de l'ordre de début d'intervention
IP :	Nombre d'ordres reçus après les délais convenus; en pourcentage du total des ordres de début d'intervention pour l'hiver
Objectif :	Coût moyen de salage au kilomètre.
IP :	Coût par campagne hivernale

Un contrôle du service fait peut être conduit de deux manières différentes et indépendantes. À distance, on analyse des documents écrits tels que tachygraphes, listes informatisées (avec les éventuelles données GPS), consommations de sel, confirmations d'intervention, registres de formation des conducteurs, procédure opérationnelle d'assurance qualité ou guide de la viabilité hivernale, et registres de gestion du salage par itinéraire. Sur le site, on conduit des inspections aléatoires pour vérifier que les opérations de salage sont exécutées sur le réseau au bon moment et de façon adéquate. Un rapport complet doit être rédigé à chaque contrôle.

L'un des points forts des systèmes d'informations de météorologie routière est l'enregistrement des données de base afin d'être en mesure de déterminer la validité des prévisions. En général, on peut dire qu'une prévision météorologique routière est valable lorsqu'elle conduit à prendre une bonne décision : soit pour empêcher la formation de verglas ou l'accumulation de neige sur les routes, soit pour éviter des épandages inutiles de produits de déverglaçage. Toutefois, l'étude de la validité de la prévision est compliquée par des facteurs externes tels que le fondant chimique résiduel sur la route ou les considérations politiques, qui peuvent entraîner des interventions inutiles.

Afin de juger de la validité d'une prévision, il est préférable d'analyser les prévisions de gel sur les chaussées. En général, on compare alors les prévisions et la réalité dans un tableau de contingence selon le format ci-dessous :

Tableau de contingence 2x2

	Gel prévu	Gel non prévu
Le gel s'est produit	Coûts associés à la protection : (Gel/Gel)	Coûts associés aux dégâts : (Pas de gel/gel)
Aucun gel ne s'est produit	Coûts associés à la protection : (Gel/Pas de gel)	Rejet correct : (Pas de gel/pas de gel)

En attribuant des valeurs financières à ces contingences, il est possible d'en déduire une mesure de la validité de la prévision. À l'aide du tableau de contingence, il est possible de produire plusieurs variables dérivées :

- Pourcentage de prévisions correctes;
- Probabilité de détection;
- Taux de fausses alertes;
- Fréquence du gel.



ROYAUME-UNI

En Angleterre, la Highways Agency évalue :

- La performance des tournées de salage; en mesurant les temps de réponse;
- L'occurrence des gelées;
- La performance du traitement grâce à la méthode d'audit de performance du salage (Performance Audit Method Salt ou PAMSALT), qui porte sur le salage préventif et curatif des routes et les performances des prises de décisions des prestataires de services.

3.4 Sécurité et information routières

Une communication à travers les médias est primordiale pour tenir les usagers de la route informés des intempéries et promouvoir la sécurité sur les routes.

Grâce à cette communication vers la population locale et les usagers de la route, les opérations de viabilité hivernale sont plus efficaces, mieux comprises et encouragent un échange de points de vue positif avec le public. Les gestionnaires de réseaux routiers emploient par conséquent divers outils de communication, notamment :

- Des dépliants indiquant aux automobilistes comment améliorer la sécurité routière;
- Un plan du réseau traité;
- Des communiqués de presse portant sur la viabilité hivernale et les incidents routiers particuliers;
- Des articles de presse;
- Des interviews dans la presse ou à la radio ou à la télévision;
- Des informations transmises par l'intermédiaire d'associations d'automobilistes et de stations de radio locales.

Pour le réseau routier d'intérêt national anglais, les informations météorologiques et les conditions de la chaussée sont diffusées aux médias et aux usagers depuis le Centre national d'information de la circulation (National Traffic Control Centre ou NTCC) de la Highways Agency, situé à Birmingham. Pendant les mois d'hiver, des météorologues sont basés au NTCC pour permettre de lancer des alertes hâtives lors de conditions météorologiques difficiles. Le NTCC diffuse alors des conseils ciblés sur la sécurité routière et les conditions de la chaussée au niveau régional ou national selon le cas.



Le centre national d'information de la circulation de la Highways Agency

En Angleterre, au cours de la saison hivernale 2003-2004, la Highways Agency a lancé un site Internet d'information hivernale à l'attention de l'équipe de direction de la Highways Agency, des ministres et du Service de presse (Press Office). Ce site présente les données sur les conditions du réseau et les incidents liés aux conditions météorologiques. Il garantit également que les prestataires de services voisins, les gestionnaires de réseaux routiers d'intérêt local, les forces de l'ordre, et les directions régionales de la Highways Agency sont informés des opérations de viabilité hivernale. Les prestataires de services doivent au minimum rendre compte des conditions du réseau et des décisions d'intervention chaque jour à 8 h 30 et 15 h. De plus, les prestataires de services doivent soumettre une analyse des prévisions météorologiques et des mesures envisagées pour le week-end avant 15 h le vendredi.

En Irlande du Nord, les informations sur les activités de salage sont transmises par voie électronique aux médias radiotélévisés pour que les automobilistes disposent, avant les périodes de forte circulation, des informations les plus récentes sur les conditions de la chaussée.

Le gouvernement écossais exploite un système national de contrôle de la circulation et d'information des usagers (National Driver, Information and Control System, ou NADICS) depuis le Centre national de contrôle du réseau situé à Glasgow. Ce système a pour principales fonctions de surveiller le réseau et informer les automobilistes. Un bulletin météorologique électronique figure sur le site Internet du NADICS, détaillant les conditions de circulation sur le réseau routier d'intérêt national et celles sur le réseau routier d'intérêt local, si elles sont connues.



ROYAUME-UNI

Les informations du bulletin électronique sont mises à jour par les 8 forces de police écossaises, les gestionnaires de réseaux routiers et l'opérateur du NADICS. De plus, l'opérateur du NADICS reçoit les prévisions météorologiques directement au Centre de contrôle, ce qui lui permet de prendre des décisions éclairées concernant l'activation des panneaux à messages variables (PMV) stratégiques et d'avertir les automobilistes en déplacement des conditions météorologiques extrêmes susceptibles d'influencer leur voyage.

L'Assemblée nationale du Pays de Galles encourage les prestataires de services à développer la concertation et la communication directe et efficace avec les forces de l'ordre, les médias, les services d'urgence, les sociétés de transports en commun, les transporteurs de marchandises et les entreprises de transport routier, ainsi que les associations d'automobilistes afin d'éviter des relais multiples de l'information.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Évolution des technologies d'épandage

Depuis le milieu des années 1990, les services de voirie de tout le Royaume-Uni ont cherché à réduire l'utilisation du sel par l'intégration de nouvelles technologies, comme le système de positionnement global (GPS), le système d'information géographique (SIG), les communications radio numériques et les prévisions par cartographie thermique. La recherche récente et l'expérimentation de diverses initiatives au Royaume-Uni ont fait la preuve que le salage préventif est à la fois possible et souhaitable. La possibilité de démarrer et d'arrêter le gravillonnage fournit également la possibilité de modifier, sur un itinéraire donné, le taux d'épandage, en fonction des prévisions de la cartographie thermique. L'étape logique suivante consisterait à utiliser des données de météo en temps réel captées par le véhicule en route ; la chose est maintenant possible grâce aux épanduses qui lisent et enregistrent la température de surface de la chaussée tout en procédant à leur travail.

La nouvelle flotte de la Highways Agency en Angleterre est dotée de capacités d'enregistrement de données, ce qui constitue la base de la capture de données en temps réel. La quantité de sel épandu, la largeur de l'épandage, le temps nécessaire pour couvrir l'itinéraire, la consommation de carburant constituent des exemples des éléments que l'enregistrement des données peut capter.

L'utilisation de ce dispositif aide la Highways Agency et ses fournisseurs de service à faire un suivi de l'utilisation du sel, du comportement du conducteur de l'épanduse, permettant ainsi d'améliorer la viabilité du service fourni.

4.2 Matériaux de substitution

Au cours de la saison 2008-2009, la Highways Agency a fait, sur son réseau, des essais d'utilisation de sel préhumidifié et d'un sel sec d'une grosseur nominale de 6,3 mm, afin de comparer les quantités de sel résiduel pour chaque type de matériau. Elle doit faire d'autres essais avec du sel traité avec des sous-produits agricoles par comparaison avec le sel gemme non traité.

Dans le cadre de ses efforts pour réduire l'utilisation du sel, la Highways Agency étudie l'intérêt de l'utilisation de saumure seulement. La saumure est particulièrement appropriée dans les traitements préventifs pendant les nuits à température marginale, ce qui peut-être considéré comme typique étant donné le genre de climat d'une grande partie du Royaume-Uni. On évalue les aspects économique et social des traitements de la chaussée en hiver pour mesurer l'effet corrosif des différents fondants sur l'infrastructure routière. De même, le travail sur les effets environnementaux des traitements hivernaux se poursuit.

4.3 Systèmes d'informations de météorologie routière

À la suite d'une étude sur l'acquisition de l'équipement existant de météo routière en Angleterre, la Highways Agency a signalé l'intérêt de revoir les ententes actuelles pour la fourniture de ces données à longueur d'année. On travaille actuellement à la définition du nouveau système, appelé le Highways Agency Weather Information Service (HAWIS) qui sera mis au point sur le système actuel qui est tout à fait satisfaisant.

Au cours de 2008, on a procédé à un important exercice de consultation des parties prenantes, afin de déterminer les caractéristiques d'un nouveau système. On propose que les nouveaux contrats soient conçus de manière à améliorer la compétition dans toutes les parties du système, pour obtenir une solution de la meilleure valeur possible. À long terme, il y a une possibilité que de nouvelles informations météorologiques soient exigées du système HAWIS. On pense inaugurer la première phase du nouveau service en octobre 2010.



ROYAUME-UNI

4.4 Mesure du sel résiduel

Au sein du Royaume-Uni, des études sont en cours sur la mesure du sel résiduel sur la chaussée. À l'heure actuelle, des inspections sont conduites sur les routes afin de vérifier si le sel résiduel est suffisant pour répondre aux conditions météo courantes. Il est fort possible qu'à l'avenir la mesure du sel résiduel sur la chaussée s'effectue au moyen de systèmes intelligents.

¹ Transport Statistics for Great Britain (TSGB) 2004 ; 3

² Statistiques de Transport 2003-2004 d'Irlande du Nord ; Statistiques de Transport 2003 de l'Écosse

³ Article 41 (1A) de la loi de 1980 Highways Act ; Article 111 de la loi de 2003 Railways and Transport Act ; Article 150 de la loi de 1980 Highways Act

⁴ Article 150 de la loi de 1980 Highways Act

⁵ En Écosse, la terminologie employée est « road » au lieu de « highway » (tous deux « route » en français).

⁶ Article 34 de la loi de 1984 sur les Routes (Écosse)



SLOVÉNIE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

La Slovénie se trouve au point de convergence des régions géographiques méditerranéennes, alpines et pannoniennes. De même, elle se trouve en Europe, au croisement de l'espace linguistique roman, germanique et slave. Depuis le 1^{er} mai 2004, elle fait d'ailleurs partie de l'Union européenne. Depuis le 21 décembre 2007, elle fait partie de l'espace Schengen.



Sa superficie est de 20 273 km² dont 63 % sont des zones boisées, ce qui fait d'elle un des pays les plus boisés de l'Europe. Quarante-huit pour cent de sa superficie se trouvent à plus de 500 m au dessus du niveau de la mer ce qui caractérise un paysage vallonné et montagneux.

La Slovénie a des frontières communes avec quatre autres pays : l'Italie (280 km), l'Autriche (330 km), la Hongrie (102 km) qui sont tous membres de l'Union européenne et la Croatie (670 km).

En ce qui concerne l'organisation politique, le pays est une république parlementaire dont la capitale est Ljubljana. Depuis le 1^{er} janvier 2007, la monnaie en Slovénie est l'euro. Sa population est de 2 008 500 habitants, vivant dans 5996 agglomérations et 211 municipalités : 7,6 % d'entre eux sont fermiers. Il y a plusieurs nationalités en Slovénie, les Slovènes représentent 83,06 % de la population, deux minorités sont présentes : les Hongrois (0,32 %) et les Italiens (0,11 %). La densité de population est de 99,07 hab./km².

Économie : Le Produit Intérieur Brut (PIB) est de 17 076 € par habitant.

Les ressources naturelles de la Slovénie sont bien préservées. Elle possède 144 509 ha d'espaces protégés et de parcs naturels.

- Parc national de Triglav 84 805 ha;
- 9 réserves naturelles 1 515 ha;
- 4 parcs régionaux 5 168 ha;
- 10 monuments naturels;
- 25 monuments naturels paysagés.

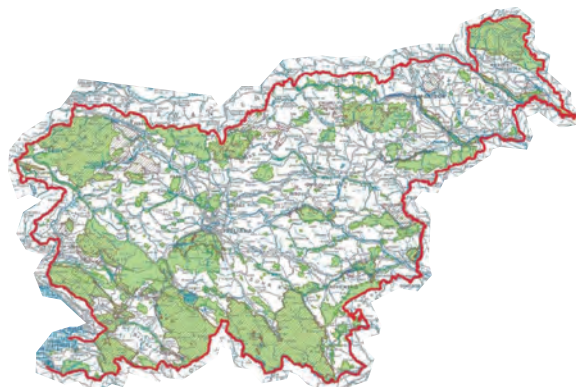
NATURA 2000 couvre 36 % de la Slovénie.

Par son ordonnance sur les espaces particuliers protégés le gouvernement de la République de Slovénie a constitué le 29 avril 2004 les espaces Natura 2000.

On a ainsi délimité 286 espaces dont 260 en vertu de la Directive sur l'habitat et 26 en vertu de la Directive sur les oiseaux. Ces espaces couvrent 36 % du territoire national. La majorité des espaces est boisée. Toutefois il y a une grande partie sans végétation (majoritairement des affleurements rocheux). Neuf pour cent de la superficie se trouvent au-dessus de la zone limite où pousse la végétation. Il y a également une importante zone d'herbages.



SLOVÉNIE



Les espaces protégés (le parc national de Triglav, les réserves naturelles, les parcs régionaux, les réserves et monuments naturels) représentent 25 % de la superficie totale des espaces Natura 2000.

1.2 Réseau routier et circulation

Histoire des routes en Slovénie

Ce sont surtout la configuration du terrain (tels que les caractéristiques du terrain alpin, pannonien et côtier) et sa position au sein de l'Europe qui ont, durant les millénaires passés, formé les voies de transport slovènes. L'Homme avec ses aspirations religieuses, sociales, économiques et militaires a aussi joué un rôle important dans ce développement. Les changements historiques survenus ont conditionné le développement des voies de transport.

C'est ainsi que déjà à l'âge de pierre a commencé à se former la liaison partant de la Méditerranée, longeant les Alpes orientales à travers le seuil montagneux de Postojna et passant près des marais de Ljubljana vers la plaine de Ptuj. Cette liaison a été créée en tant qu'axe longitudinal de transport terrestre le plus pratique et le plus direct, auquel toutes les routes transversales sont liées. Plus tard, d'importantes voies de commerce ont transité à travers le territoire slovène (les voies d'Ambre, de Fer, de Sel et de Norique) complétant et élargissant le réseau routier par les nouvelles directions longitudinales et spécialement transversales.

À l'époque romaine, le réseau routier était déjà si bien formé qu'il a pu satisfaire aux besoins économiques, commerciaux et militaires de nouvelles formes étatiques.

Au Moyen-Âge le réseau routier s'est développé à partir de l'ancien réseau romain. Les routes avaient une vocation de transit international, dû au fait de l'absence de grands pôles commerciaux sur le territoire slovène à cette époque. Les routes dans la région de Karst montrent un développement accru après que les Habsbourg aient obtenu l'accès à la mer.

Les routes aujourd'hui

En Slovénie, les routes publiques sont gérées par l'État et les communes. La longueur des routes au 31 décembre 2004 est la suivante :

TYPE DE ROUTE	LONGUEUR (km)
Autoroutes	576
Routes rapides	617
Routes rapides doubles	15
Routes principales	598
Routes régionales	4 897
Total des voiries d'état	6703
Routes locales	13 814
Chemins publics	18 245
Total des voiries communales	32 059
Total des voiries publiques	38 762

En plus des voies déjà mentionnées l'administration des eaux et forêts gère aussi 13 000 km de chemins forestiers qui sont majoritairement publics.



SLOVÉNIE

*La densité de la circulation routière sur les routes nationales*

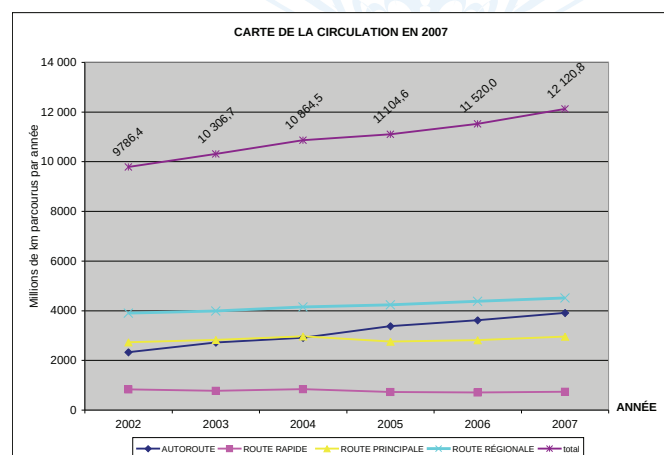
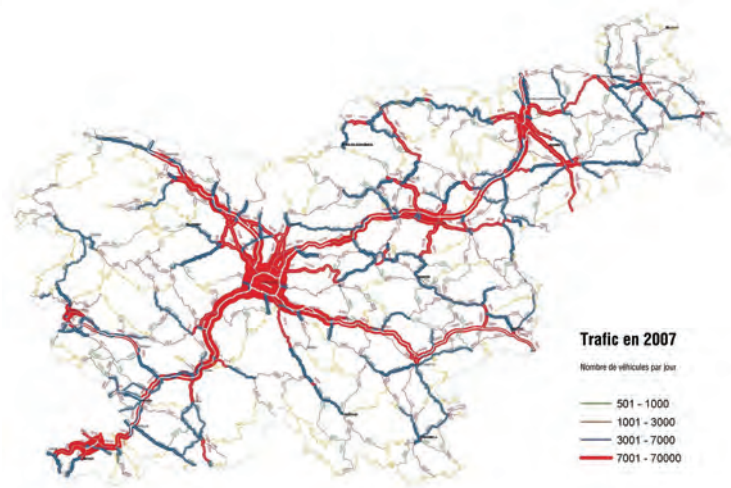
La densité de la circulation routière sur les routes slovènes est importante et s'accroît d'environ 3 % par an. La plus grande augmentation a été de 49 % entre 1992 et 1997.

La moyenne annuelle sur les autoroutes en 2003 a été de 22 616 véhicules par jour. La circulation des poids lourds sur les axes de transit fluctue entre 10 % et 20 %, atteignant un maximum de 40 % en direction de la Hongrie.

Le degré de motorisation a atteint 1,3 véhicule par foyer.

ANNÉE	TOTAL	VOITURES PARTICULIÈRES
2004	1 151 758	938 166
2005	1 204 242	964 781
2006	1 235 297	985 567
2007	1 286 903	1 020 127

Nombre de véhicules motorisés recensés





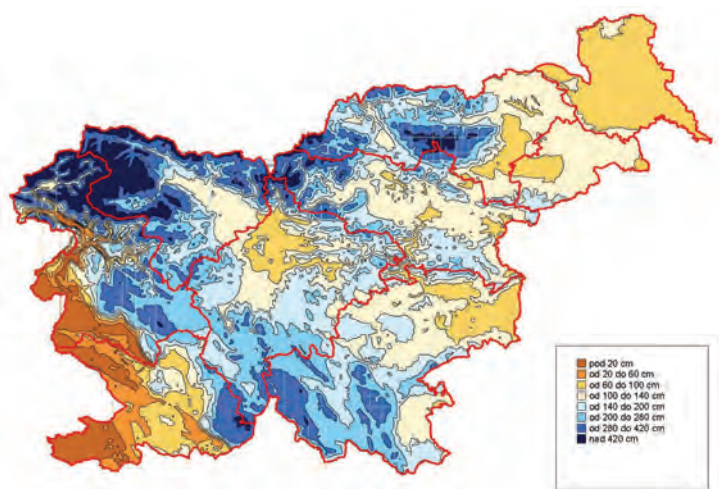
SLOVÉNIE

2. Données climatiques

La dispersion inégale des zones d'habitation et les ramifications du réseau routier provoquent de vastes migrations journalières du flux routier. Pour cette raison, durant la période hivernale, les routes, spécialement celles qui ont une forte circulation de passagers doivent être praticables même tôt le matin.

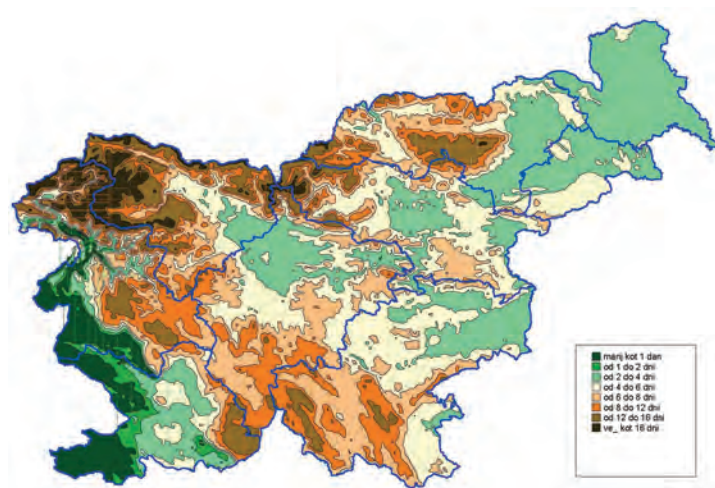
Compte tenu de la situation géographique de la Slovénie (au point de convergence des régions géographiques méditerranéennes, alpines et pannoniennes), les conditions climatiques sont très variables. Les variations journalières et saisonnières des températures et des précipitations font en sorte que les conditions de circulation sont changeantes, ce qui exige du service d'entretien hivernal de fréquentes et rapides interventions.

On remarque une grande différence climatique entre l'extrême est et l'extrême ouest du pays se manifestant par une différence du nombre moyen de jours d'enneigement annuel.



Épaisseur du manteau neigeux

Sur le littoral, à Primorje, nous avons deux jours d'enneigement par an. À Postojna qui se trouve à 30 km de la côte, il y a 45 jours d'enneigement annuel. En plaine, on en compte entre 50 et 70 jours et en altitude, plus de 100. Pour les services d'entretien d'hiver, le plus important est la moyenne annuelle des jours où les chutes de neige atteignent plus de 10 cm. Cette moyenne est de 15 à 30 jours en montagne et entre 10 et 15 jours en plaine. Primorje est une région particulière où la neige est rare, cependant des problèmes de circulation sont engendrés par le vent très violent qui crée parfois des congères.



Nombre moyen de jours d'enneigement

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Classement des routes

L'assurance de la praticabilité des routes est ordonnée en six niveaux de priorité selon :

- La catégorie;
- La densité et la structure de la circulation;
- Les conditions géographiques et climatiques;
- Les particularités régionales.

La praticabilité des routes est assurée selon les niveaux de service suivants :

1^{er} niveau : les autoroutes et les routes rapides qui doivent être praticables 24 heures par jour. En cas de neige, l'intégralité des voies doit être dégagée ainsi que les carrefours importants, les accès aux grands espaces de stationnement et les voies d'arrêt d'urgence. En cas de fortes précipitations de neige, il est indispensable qu'au moins une voie et les accès aux grands espaces de stationnement soient praticables.

2^e niveau : les routes principales, les grands axes urbains et les routes régionales importantes. Elles doivent être praticables entre 5 h et 22 h. En cas de neige, entre 22 h et 5 h il peut y avoir jusqu'à 2 heures d'arrêt de la circulation.

SLOVÉNIE



3^e niveau : les autres routes régionales, les routes locales importantes, les routes urbaines et locales qui doivent rester praticables entre 5 h et 22 h. En cas de neige, entre 20 h et 5 h il peut y avoir jusqu'à 2 heures d'arrêt de la circulation.

4^e niveau : les routes locales et les routes urbaines et suburbaines restantes. La praticabilité est garantie en règle générale, entre 7 h et 20 h, mais en cas de chutes de neige il peut y avoir de courts arrêts de la circulation. En cas de précipitations neigeuses importantes, il peut y avoir des arrêts de la circulation d'un jour.

5^e niveau : les chemins publics, les stationnements et les pistes cyclables. La praticabilité est assurée selon les nécessités locales. En cas de chute de neige il peut y avoir des arrêts de la circulation d'un jour et en cas de précipitations de neige importantes, de plusieurs jours.

6^e niveau : les routes fermées à la circulation pendant la saison hivernale.

Immobilisation des poids lourds en hiver

La circulation des semi-remorques et des transports de matières dangereuses est interdite, en cas de neige ou de vent violent, conformément à l'ordonnance sur la limitation de la circulation sur les routes en République de Slovénie. Elle stipule l'interdiction de circuler, c'est-à-dire l'immobilisation obligatoire du véhicule. Dans ce cas, il est prévu 25 lieux de stationnements qui peuvent accueillir 950 poids lourds, sur les autoroutes et routes rapides. Sur les autres routes nationales, il y a encore 51 lieux de stationnements qui peuvent accueillir 1 990 poids lourds. Ces capacités étant insuffisantes en règle générale, on loue périodiquement des lieux de stationnements adéquats pour l'immobilisation des poids lourds.

Règles au sujet des matériaux

En Slovénie, sont utilisés pour le traitement des routes, le sel de mer (NaCl) et dans une moindre mesure le chlorure de calcium (CaCl₂) et de magnésium (MgCl₂). Ce dernier s'utilise surtout à titre préventif sur les autoroutes, routes rapides et routes principales lors d'épisodes de basse température (-8 °C). Ces dernières années, le sel humidifié avec une saumure est également utilisé. De cette manière, on prévient la dispersion du sel quand la route est sèche et le trafic dense. Cela permet aussi une réduction du temps de réaction du sel épandu et conséquemment, une fonte plus rapide de la glace.

	MIN	MAX	MOY.	% CaCl ₂
Autoroutes	0,9	2,1	1,7	12 %
Autres routes	0,6	1,85	1,34	0,6 %

Consommation en kg/m²

	MATÉRIEL D'ÉPANDAGE	ÉQUIPEMENT PERSONNEL
Autoroutes	1,25	13,25
Autres routes	3,10	13,2

Coûts moyens pour l'entretien hivernal sur les
10 dernières années (en million d'euros)

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

En période hivernale qui s'étend du 15 novembre au 15 mars, l'entretien des routes est fait en accord avec le programme d'entretien hivernal. Ce programme est préparé par le prestataire de service d'entretien régulier et soumis à l'approbation du service spécialisé au plus tard le 15 octobre de l'année en cours.

Le programme de l'entretien hivernal détermine notamment :

- Le schéma d'organisation de la Direction des opérations, des compétences et des responsabilités des exécutants de l'entretien hivernal;
- La répartition des travaux préparatoires;
- Le plan du réseau routier avec la signalisation des routes par ordre de priorité et les points de départ pour l'exécution des tâches (bases routières);



SLOVÉNIE

- La répartition des machines, de l'équipement, du matériel de sablage et des ressources humaines nécessaires pour l'exécution des travaux planifiés;
- Les permanences, l'obligation de présence, les niveaux d'alerte et la répartition des équipes de travail;
- Le plan de salage et de déneigement pour prévenir la formation de la glace;
- Les lieux et les procédés d'immobilisation de certaines catégories de véhicules en cas de conditions de circulation défavorables;
- Le mode de collecte de renseignements et le schéma d'information du public sur l'état et la praticabilité des routes.

Les travaux préparatoires se font avant la période hivernale dans le but de rendre efficace le travail de l'entretien hivernal. Les travaux préparatoires englobent en particulier :

- La préparation des machines, de l'équipement routier ainsi que de la signalisation et du matériel de salage;
- La préparation de la route et de son environnement (installation de la signalisation complémentaire aux points dangereux, placement des balises à neige et mise en place des dispositifs contre les congères);
- Les instructions et formations spécialisées pour les tâches reliées à l'entretien hivernal.

Après la période hivernale, il est impératif de retirer les restes des matériaux de sablage (graviers), l'équipement temporaire et complémentaire de signalisation, les dispositifs routiers pour la sécurisation des routes et de la circulation en hiver.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Depuis quelques années, on constate une augmentation des coûts d'entretien des routes nationales en hiver. Ils représentent déjà environ 50 % du montant total des coûts d'entretien. D'autre part, se pose la question de l'utilisation du sel en raison des dommages causés aux véhicules, à l'environnement, à l'équipement routier et à la nappe phréatique.

En ce moment, l'abandon total du salage est impossible, car cette suppression menacerait la sécurité routière. Le remplacement du sel par des abrasifs, étant donné le trafic actuel, est inefficace sur les plans technique et économique. Les avantages économiques de l'utilisation du sel sont plusieurs fois supérieurs aux coûts et aux dommages causés.

Pour protéger l'environnement, on utilise seulement la quantité de sel nécessaire pour assurer la sécurité de la circulation. Le salage a donc été réduit au minimum.

L'équipement technique moderne et la formation technique de tout le personnel sont déterminants pour la rationalisation. L'attitude des cadres techniques a dû être changée par rapport à la problématique d'entretien. L'équipement moderne est aussi déterminant pour assurer un entretien de qualité. Les opérations de déblayage et de salage ont été optimisées. Les usagers sont également contraints par la loi d'utiliser des équipements d'hiver sur leur véhicule.

Évolution dans le futur

L'analyse des coûts de l'entretien hivernal montre que les frais fixes, c'est-à-dire les frais de permanence et de mise à disposition d'alerte, représentent une dépense extrêmement élevée. Afin de la réduire, un système de monitoring des conditions de chaussée aux points critiques et d'observation des conditions climatiques locales (stations météorologiques, vidéosurveillance) a été mis en place : il a été inclus dans le système d'information routière. Un équipement technique moderne a également été mis en place permettant le dosage calibré des matériaux de sablage.

3.4 Sécurité et information routières

Sécurité routière

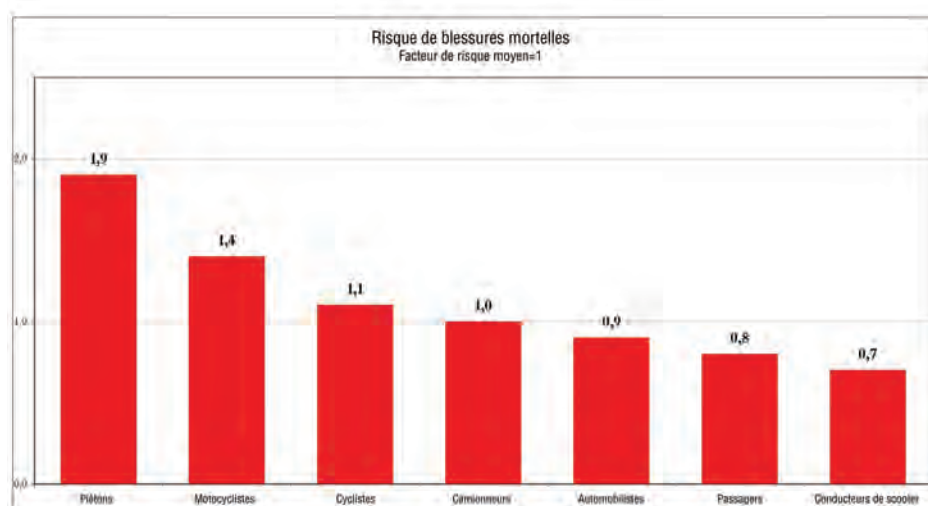
La sécurité routière n'est pas des meilleures en Slovénie. D'après l'analyse faite dans le cadre de la préparation du Plan national sur la sécurité routière, on a dénombré au cours de l'année 2007-2008 :

- 0,53 % d'accidents mortels;
- 25,88 % d'accidents avec dommages corporels;
- 73,59 % d'accidents avec seulement des dommages matériels.

Les bonnes conditions routières, les conditions météo et le respect de la législation (c'est-à-dire l'utilisation de l'équipement d'hiver) ont une grande influence sur la quantité et la gravité des accidents.



SLOVÉNIE



La majorité des accidents en hiver survient dans des conditions de circulation relativement bonnes. C'est dans ce cas que leurs conséquences sont les plus graves. Cela est dû au fait que la majorité des conducteurs, conscients des dangers de la conduite en hiver, en oublie les risques sitôt que les conditions de circulation s'améliorent. Ils adoptent alors une conduite insouciante et parfois inconsidérée.

Le non-respect des limitations de vitesse, lié aux bonnes conditions de circulation, est la cause la plus fréquente des accidents en hiver. Plus les hivers sont doux et secs, plus les problèmes dus aux excès de vitesse sont nombreux.

Les buts déterminés par le Plan national de la sécurité routière dont le ministère de la circulation est responsable et, en conséquence, les administrateurs des routes, sont les suivants :

- construction des infrastructures;
- mesures pour réduire la vitesse de la circulation;
- éducation civique routière;
- actions de prévention et d'information;
- surveillance.

Information des usagers

En période hivernale plusieurs méthodes d'information du public sont organisées comme suit :

- diffusion en direct par les médias électroniques;
- appels téléphoniques à un numéro réservé à partir d'appareils portables;
- diffusion, via Internet sur les sites de circulation routière et de l'Automobile Club de Slovénie;
- diffusion de l'information via le système ERIC (Centre d'information routière européen) dont le siège est à Genève;
- information routière complète affichée sur des sites Web de type portail;
- mise en place de kiosques d'informations sur les aires de repos des autoroutes;
- diffusion individualisée dans les centres d'information.

D'après les articles de loi régissant les routes publiques et d'après le règlement sur leur entretien, le service responsable de l'entretien est tenu d'informer régulièrement sur les conditions routières.



Caméra de circulation routière



SLOVÉNIE

4. Recherches et études en cours

Dans le but d'améliorer l'entretien des routes en période hivernale ainsi que la protection de l'environnement, certaines études et recherches ont été réalisées. Par exemple :

- Méthode pour un contrôle rapide et efficace de la qualité des matériaux utilisés pour la fonte des glaces;
- Contrôle des possibilités d'immobilisation des poids lourds en cas de vents violents;
- Utilisation des stations météorologiques en appui à l'entretien hivernal des routes;
- Détermination des critères hydrogéologiques de base pour améliorer la protection de la nappe phréatique en cas de pollution sur le réseau routier;
- Influence du sablage sur l'environnement;
- Analyse de l'organisation et des activités de l'entretien hivernal.

Les conclusions de ces études sont résumées comme suit :

- Trop de matériaux de salage sont utilisés, ce qui entraîne des conséquences négatives sur les infrastructures routières, les véhicules, la nappe phréatique, la flore et la santé des personnes;
- La mise en place d'installations adéquates réduirait considérablement la pollution (particulièrement des eaux);
- Un entretien adéquat réduirait la détérioration des infrastructures routières, etc.

C'est pour ces raisons que les gestionnaires des routes de Slovénie utilisent de plus en plus le salage humidifié par une solution saline, ce qui a pour conséquence de réduire la quantité de matériaux utilisés. Des matériaux plus propres et de meilleure qualité sont utilisés contenant le moins d'éléments nocifs possible. L'utilisation de moyens techniques modernes, du monitoring et de la diffusion de l'information en temps réel contribue à la rationalisation des actions et à la préservation de l'environnement.





SUÈDE

Base de données
sur la neige
et le
verglas
2010

1. Données démographiques et routières

Superficie	Total	410 929 km ² Surtout forêts Champs 8 %, Lacs et rivières 9 %, Villes 3 %
Population	Total	9,3 millions
Route - Longueur - km véhicules	Praticabilité totale en voiture	420 000 km
	Ouvert au public	210 000 km
	Routes nationales	98 400 km, 50 milliards de km-véhicules
	Incluant les autoroutes	1800 km
	Pistes cyclables nationales	2 200 km (incertain)
	Routes communales	40 000 km, 25 milliards de km-véhicules
	Pistes cyclables communales	11 000 km (incertain)
	Routes privées (subventionnée)	75 000 km
Nombre de véhicules	Voitures privées	4,3 millions
	Tous véhicules	4,8 millions
Latitude (capitale)	59 ° 20' Nord	La Suède couvre environ 55–70°N

2. Données climatiques

Toutes les données statistiques sont calculées à partir d'une période de 30 ans par l'Institut météorologique et hydrologique suédois (SMHI). Les 15 années subséquentes sont plus douces que les données du tableau.

En raison de la forme allongée du pays dans le sens nord-sud, la température climatique au sud diffère considérablement de celle du nord.

Le Gulf Stream rend le climat plus chaud que dans d'autres régions du monde situées aux mêmes latitudes (entre 55 et 70° Nord).

En Suède méridionale, l'hiver dure environ quatre mois alors que dans le nord du pays, il dure environ sept mois.

Selon les scénarios du changement climatique, les températures pourraient augmenter de 5 °C en hiver, cette augmentation pourrait être de un à quelques degrés dans les zones côtières nordiques et diminuée en proportion égale dans les zones côtières méridionales.



Zones climatiques hivernales

SUÈDE

	Chutes de neige en cm 1961–1990		
	Chute de neige max. par jour	Hauteur de neige max. (date donnée)	Hauteur de neige cumulées
Kiruna	26	132	243
Luleå	30	111	233
Östersund	31	100	251
Stockholm	27	60	153
Göteborg	28	52	131
Jönköping	27	102	225
Malmö	26	38	113

Température journalière minimum Moyenne (°C) (1961–1990)						
Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril
-4,6	-	-13,7	-	-17,6	-13,9	-8,0
-0,6	12,2	-14,3	18,8	-16,0	-11,2	-4,0
1,2	-8,0	-9,6	-	-11,6	-7,7	-2,7
5,3	-4,9	-3,2	12,8	-5,3	-2,7	1,1
6,5	0,7	-1,4	-5,0	-3,5	-1,0	2,4
3,1	2,1	-5,1	-3,2	-7,3	-4,6	-1,1
6,7	-1,2	-0,8	-6,6	-2,5	-0,5	2,4
	2,8		-2,5			



3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Obligation légale

D'après la Constitution suédoise, la Direction suédoise des routes (SRA, ancienne SNRA) est responsable du système de transport routier et doit chercher à atteindre les objectifs de la politique des transports. La SRA doit notamment s'assurer que le système de transport routier est disponible, accessible et performant et qu'il contribue

à l'équilibre régional. La SRA doit aussi s'efforcer d'adapter et de concevoir le système de transports routiers conformément aux attentes en matière d'environnement et de sécurité routière. Un paragraphe du « Statut routier » stipule que l'exploitation des routes inclut l'enlèvement de la neige et de la glace, et prévient le risque de glissement, de sorte que la route soit toujours accessible à la circulation normale, aussi bien des véhicules que celle des piétons.

Classement des routes suivant le niveau de service hivernal

L'entretien hivernal des routes nationales en Suède est assuré conformément aux directives intitulé « *Description technique générale des niveaux de service opérationnel en hiver. Hiver 2003* » (VV Publ 2002 : 147 et 148).

Définitions

Aménagement latéral

Un aménagement latéral désigne une surface auxiliaire sur laquelle on peut garer un véhicule à l'extérieur de la chaussée.

Frottement

Le coefficient de frottement doit être déterminé en conformité avec les spécifications des méthodes de la SNRA 110 : 2000, Mesure de frottement sur les chaussées en hiver (Mesures de retardement avec Coralba ou l'équivalent).

Inégalité

L'inégalité sur des routes couvertes de glace épaisse ou de neige tassée se mesure avec une règle de 60 cm de long. Ceci vaut à la fois pour le sens longitudinal et transversal de la route de même que sur la route nationale avoisinante. La règle doit reposer sur deux points d'arête ou entre une arête et la surface de la route, la mesure étant prise perpendiculairement à la règle.

Épaisseur de neige

L'épaisseur de neige se calcule en valeur moyenne sur une superficie de 1 m². Chaque cm de neige fondante compte pour 2 cm de neige fraîche.

Matériaux de déverglage et antigel

Le NaCl (sel gemme ou sel marin) est le seul sel utilisé comme fondant que ce soit à titre curatif ou préventif. Le NaCl doit être pur à 97 % et ne pas contenir plus de 100 g de potassium ou de ferrocyanure de sodium par tonne de NaCl. Une courbe granulométriques est spécifiée et la taille maximale des grains est d'environ 3 à 4 mm.



SUÈDE

Le matériau normalement utilisé pour le déverglage mécanique est le sable, 0-8 mm, mélangé à environ 3 % en poids de sel. Sur les routes à limitation de vitesse supérieure à 70 km/h, la taille maximale de grain autorisée est de 4 mm. Le sel est ajouté avant tout pour faciliter le stockage du sable par temps froid et partiellement pour en améliorer l'adhésion et la durabilité. Depuis quelques années, on utilise, surtout en zone urbaine, du granulat concassé (gravillons), dont la taille normalement varie de 2-5 mm. Le granulat concassé de 2-4 mm est utilisé pour les voies piétonnes et les pistes cyclables. L'ajout de sel n'est pas nécessaire.



Classes standard :

Le choix du classement pour un réseau routier donné s'effectue conformément aux recommandations données dans la description technique :

Débit du trafic, TJMA	Classes hivernales standard
≥ 16 000	1
8000 – 15 999	2
2000 – 7999	3
500 – 1999	4
< 500	5

Éléments de la section transversale	Exigences pendant la précipitation - Durée temps d'action après la précipitation				
	Valeur de déclenchement		Temps d'action en heures		
	Chute de neige	Pluie			
	Épaisseur neige cm	Frottement (μ)	Classes standard		
Voie de circulation	1	0,30	2	3	4
Accotement	1	0,25	4	6	8
Aménagement latéral	1	0,25	4	6	8

Éléments de la section transversale	Exigences par temps sec quand le temps d'action après la précipitation est expiré			
	Température de surface de la route			Uni (cm)
	Plus chaud que -6 °C	Entre -6 °C et -12 °C	Plus froid que -12 °C	
	Coeff. de frottement	Coeff. de frottement	Coeff. de frottement	
Voie de circulation	Sans neige ni glace	0,35	0,25	1,5
Accotement	0,25	0,25	0,25	1,5
Aménagement latéral	0,25	0,25	0,25	1,5

Classes standard 1 à 3

Éléments de la section transversale	Exigences par temps sec quand le temps d'action après la précipitation est expiré							
	Valeur de déclenchement				Temps d'action			
	Épaisseur neige (cm)		Coeff. de frottement (μ)	Uni (cm)	Épaisseur neige - frottement heures		Uni (heures)	
	Classes standard							
4	5			4	5	4	5	
Voie de circulation	2	3	0,25	1,5	5	6	48	72
Aménagement latéral	2	3	0,25	1,5	8	8	48	72

Classes Standard 4-5



SUÈDE

Éléments de la section transversale	Exigences pendant la précipitation - Durée temps d'action après la précipitation				
	Valeur seuil			Temps d'action (heures)	
	Chute de neige	Pluie			
	Épaisseur neige (cm)	Coeff. de frottement (μ)	Classes standard		
	Classes standard				
	4	5		4	5
Voie de circulation	2	3	0,25	5	6
Aménagement latéral	2	4	0,25	8	8

Exigences par temps sec quand le temps d'action après la précipitation est expiré					
Valeur de déclenchement		Temps d'action - friction (h)		Temps d'action - uni (h)	
Frottement	Uni	Classes standards		Classes standards	
Coeff. Frottement (μ)	(cm)	Haut/P	Normal	Haut/P	Normal
0,30	1	1	2	2	4

Classe standard « Haut » et « Normal » pour voies piétonnes, pistes cyclables et arrêts d'autobus prioritaires

Éléments de la section transversale	Exigences pendant la précipitation - Durée du temps d'action après la précipitation				
	Valeur de déclenchement		Temps d'action (heures)		
	Chute de neige	Pluie			
	Épaisseur neige (cm)	Coeff. de frottement (μ)	Classes standard		
			Haut/P	Normal	
Voie de circulation	2	0,30	2	4	

Une nouvelle stratégie pour réduire l'usage du sel dans l'entretien des routes en hiver, depuis 2004

La gestion hivernale des routes adaptée à l'environnement doit s'assurer que la Direction nationale suédoise des routes (SRA) maintient un haut degré d'accessibilité au réseau routier et garantit la sécurité routière, tout en minimisant l'usage du sel dans l'entretien hivernal des routes, de manière à satisfaire les besoins des usagers et de la communauté d'affaires. Cette stratégie doit être compatible avec les normes environnementales en vigueur, et la SRA doit avoir pour ambition d'être un gestionnaire soucieux de l'environnement, efficace et dont le style de gestion est axé sur la clientèle.

La SRA s'efforce depuis 15 ans de limiter l'usage du sel dans l'entretien des routes en hiver. Un comité d'enquête appelé « MINSALT » a présenté dès le début des années 1990 les recommandations suivantes :

- Les routes avec moins de 2 000 TMJA ne devraient pas être traitées au sel, sauf en automne et au printemps;
- Augmenter l'usage de la saumure, surtout à titre préventif;
- Améliorer les prévisions météorologiques;
- Améliorer les équipements pour le déneigement et le déglacage.

Même si tous ces résultats n'ont pas été appliqués partout dans le pays, la consommation totale de sel en Suède peut être considérée comme relativement faible dans une perspective internationale, bien qu'il y ait lieu de croire que l'on puisse la réduire encore. Parmi les autres mesures prises au fil des années, on compte notamment la protection physique des sources d'eau particulièrement vulnérables.

Objectifs

Consommation de sel

L'objectif est de maintenir un haut degré d'accessibilité au réseau routier et de garantir la sécurité routière, tout en minimisant l'usage du sel. Un indice de salage permettra de vérifier l'atteinte de ces objectifs. Pendant la saison d'hiver 2006/2007 et les années suivantes, aucune zone opérationnelle ne doit avoir un indice supérieur à 1 (voir 3.3).

Eau

L'objectif est de réduire et d'éliminer éventuellement l'impact négatif du sel de voirie sur les sources d'eau importantes qui alimentent plus de 50 personnes. Cet objectif sera atteint d'ici la fin de 2007.



SUÈDE

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Organisation

En 1991, le gouvernement suédois a décrété que la conception et la construction des nouvelles routes, ainsi que les travaux d'intervention et d'entretien sur le réseau de transport routier national, devaient être sous-traitées par à l'aide d'un système d'appel d'offres. Ceci a entraîné pour la SRA des changements importants. Après avoir été un organisme gouvernemental central traditionnel, exerçant le rôle d'une autorité publique tout en assurant, en interne, des travaux de construction et d'entretien, la SRA a dû être divisée en une organisation client et entrepreneur. De plus, il était stipulé que le bras entrepreneur de l'organisation devait fonctionner comme un entrepreneur privé, c'est-à-dire être soumis aux termes concurrentiels d'un libre marché, et, en outre, être susceptible d'afficher des bénéfices pour son propriétaire.

Impératifs

Coordination

L'entrepreneur devra planifier et coordonner ses actions avec celles entreprises dans les zones voisines de façon à assurer une continuité dans les conditions de la chaussée. Des contacts seront maintenus entre les entrepreneurs des zones adjacentes pour coordonner le déneigement et les mesures de prévention contre le glissement.

Niveau de service

Les besoins doivent toujours être satisfaits, sauf si des conditions météorologiques particulièrement difficiles empêchent de respecter les délais. Le client (SRA) devra être informé si de telles conditions se présentent.

Actions opérationnelles

Le balayage et le ramassage du sable seront effectués de manière à n'exposer à la poussière ni les usagers de la route ni les environs de celle-ci.

Formes de paiement

La forme de rémunération actuelle s'établit sur un prix unitaire en fonction des statistiques météorologiques. À cela s'ajoute un système de primes et de pénalités visant à réduire la consommation de sel.

Financement

Une portion de 25 % des affectations de la SRA pour l'exploitation et l'entretien des routes, soit presque 1,8 milliard de SEK (220 millions de dollars US) au total, sont dépensés pour le déneigement, le déglacage et autres travaux d'entretien hivernal. Environ 50 % de cette somme sont des coûts fixes : disponibilité, gares de camions, installations de stockage, etc.

Il existe en Suède 132 zones de contrat d'entretien pour toutes les routes nationales. Les zones de contrat d'entretien couvrent entre 600 et 1 000 km de route (ligne médiane). Cette taille s'avère suffisante pour être financièrement viable pour les entrepreneurs. Au total, 2 600 chasse-neige sont en service, ce qui donne une moyenne de 37,7 km par engin. De plus, des niveleuses automotrices et des tracteurs agricoles sont utilisés. Ceux-ci sont utilisés surtout pour les voies piétonnes et les pistes cyclables.

Situation concurrentielle

L'année 1992 a vu les premières attributions de contrat par appel d'offre touchant l'entretien périodique de base. Depuis cette date, les attributions de travaux d'exploitation et d'entretien n'ont cessé d'augmenter, et depuis 1999, 100 % de l'entretien hivernal du réseau routier est adjudgé sur appel d'offres. Quatre entrepreneurs se disputent normalement les contrats de route en Suède. Au début de 2009, la répartition des contrats est la suivante : 58 % à la Svevia, entreprise nationale, 10 % à Skanska. 15 % à NCC, 14 % à PEAB et 3 % à d'autres. Dans les régions les plus au nord et les plus au sud de la Suède, quelques petits entrepreneurs ont réussi à s'introduire sur le marché, quatre zones en tout leur ayant été attribuées.

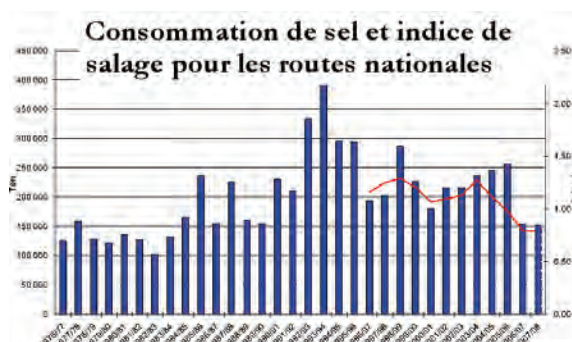
3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Indice hivernal

Ces dernières années, des essais de calcul d'un certain nombre d'indices hivernaux à partir de la situation météorologique ont été entrepris. Des valeurs moyennes sont calculées chaque mois pour chaque département. On utilise des données représentatives et proportionnées de stations météorologiques et MESAN pour chaque contrat et les valeurs utilisées par la SRA sont publiées. Les indices météorologiques indiquent l'occurrence respective de glissement observé, de l'enneigement et des congères.

SUÈDE

L'indice de salage indique la consommation de sel en vigueur (kg/km) comparée à la quantité recommandée (kg/km) pour chaque type de situation météorologique. Une valeur > 1 signifie davantage de sel que la quantité recommandée, et la valeur < 1 indique moins de sel que la quantité recommandée.



Entraînement et formation

Tous les contremaîtres, chargés des décisions sur les mesures d'entretien hivernal à mettre en place, doivent recevoir une formation théorique et pratique assurée par le Centre de formation et de développement du secteur routier de la SRA.

Information climatique

Stations météorologiques

La Suède possède plus de 700 stations raccordées au système SMR. Ces stations sont équipées de capteurs destinés à mesurer la température de l'air et celle de la surface de la route, l'humidité, le volume et le type de précipitation et le vent. La température au point de rosée est également calculée et indiquée pour chaque station. Certaines stations sont aussi équipées de caméras.

Information météorologique

Pendant la saison d'hiver (1er octobre – 30 avril) l'Institut météorologique et hydrologique suédois (SMHI) fournit au système SMR des informations radar et satellitaires 24 heures sur 24. Chaque demi-heure, des images à différentes échelles provenant du réseau radar nordique sont distribuées aux ordinateurs centraux du système SMR.

À partir du satellite géostationnaire Meteosat et du satellite NOAA en orbite, des images météorologiques codées sont envoyées au moins toutes les heures au système SMR.

Des cartes météorologiques commentées sont actualisées deux fois par jour, à 1 h et à 13 h. Jour et nuit, des prévisions spéciales de nébulosité servent à réaliser un modèle mixte statistique et énergétique qui, chaque heure, permet de prévoir la température de surface des routes pour les deux prochaines heures.

Internet

L'information provenant des stations météorologiques locales et celle du SMHI est recueillie et analysée au centre d'information du quartier général de la SRA et mise à disposition sur Internet. (Voir exemple au www.vv.se).

Mesure d'efficacité

Interne

La SRA et les communes suivent ensemble la consommation de sel et d'abrasifs.

Externe

La satisfaction des usagers de la route concernant l'entretien des routes est suivie chaque année par la SRA. Les usagers de la route se divisent en deux catégories de conducteurs : privés et professionnels.

Conditions de chaussée

Dans les régions les plus méridionales de la Suède, les routes les plus importantes en bordure sont couvertes de glace et de neige pendant environ 5 % de la période hivernale (4 mois) alors que les plus petites routes le sont pendant 40 %. Tout au nord, les chiffres correspondants sont 20 % et 70-80 %, alors que l'hiver dure 7 mois.

Impact environnemental

La majeure partie du sel utilisé sur les routes est éliminée par les écoulements, ou déposée en bordure dans un espace de 10 mètres, bien qu'une partie peut être transportée encore plus loin de la route. La formation de dépôts varie en fonction du volume de sel utilisé, de l'intensité, du type et de la vitesse de la circulation, du type et du volume des précipitations, de la direction et de la vitesse du vent.

L'ion de sodium participe aux réactions d'échange ionique et, dans une certaine mesure, se trouve retardé dans le sol et dans la nappe phréatique, tandis que l'ion de chlorure est conservateur et hautement soluble. L'ion de chlorure n'étant pas sujet à retardement ou dégradation, c'est un bon détecteur. Si du chlorure provenant du sel est détecté dans un puits ou dans l'eau de surface, le risque est grand que d'autres polluants soient également présents. De fortes concentrations de chlorure ont été observées tant dans les sources d'eau communales que dans des puits privés situés à proximité des routes. De plus, une augmentation de la concentration de chlorure a été notée dans les lacs de Suède, avec des pointes au printemps. L'exposition le long des routes au sel risque de modifier la composition de la végétation et influencer les conditions de croissance et l'aspect esthétique des arbres.



SUÈDE

D'autres polluants liés à la route et à la circulation routière, surtout en hiver, sont les métaux provenant de la corrosion des véhicules, l'usure du revêtement des routes et des pneumatiques. Le problème des particules d'usure a beaucoup augmenté au cours de la dernière décennie.

3.4 Sécurité et information routières

Information aux usagers de la route

Tous les centres opérationnels sont tenus de rendre compte au moins 3 fois par jour au TIC (centre d'information routière) et ce chaque fois que les conditions routières ont changé (par ex. après une intervention). L'information est ensuite diffusée par le TIC de différentes manières :

- Radio : les stations de radio locales reçoivent l'information du TIC;
- Journaux;
- Internet : une carte montrant l'état actuel des routes est disponible sur le site de la SRA (voir exemple sur www.vv.se);
- Le système RDS-TMC pour les conditions routières en temps réel et les systèmes de navigation embarqués, etc.;
- Les usagers de la route peuvent aussi appeler le TIC pour obtenir de l'information;
- En certains endroits des panneaux de circulation indiquent la température de surface de la chaussée et celle de l'air.

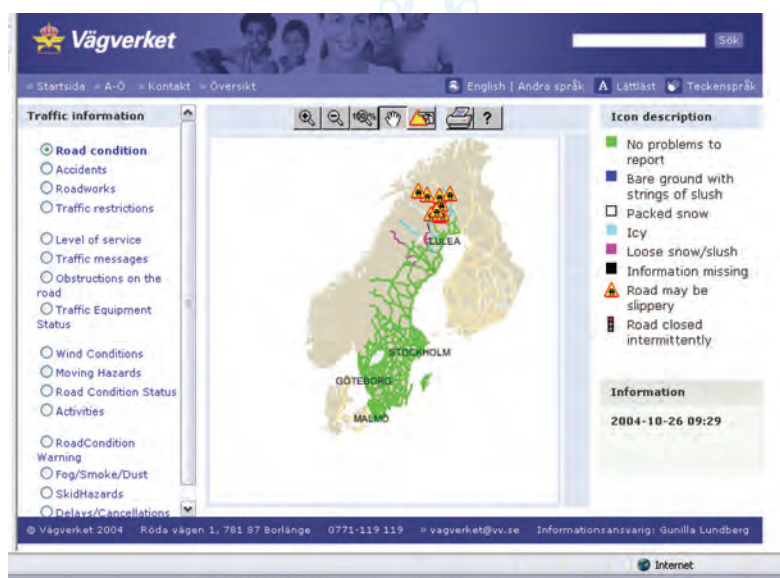
Sécurité routière

Vitesse et limitation de vitesse jouent un rôle important en matière d'accidents susceptibles de se produire, en fonction des conditions de la chaussée ou de l'adhérence. Pour qu'une voiture de tourisme s'arrête sur une distance à peu près équivalente à celle sur une route sèche, elle doit rouler deux fois moins vite si la route est couverte de neige ou de verglas. L'adaptation des conducteurs suédois à la neige et au verglas est cependant très inférieure à la norme. En cas de mauvaises conditions de la chaussée et d'une visibilité insuffisante (chute de neige), les réductions de vitesse sont d'environ 25 %, mais en cas de neige ou de verglas seulement, la réduction de vitesse est souvent de 10 à 20 %.

Lorsque l'adhérence varie en fonction des conditions de la chaussée qui, sont elles même variables, il s'avère que c'est l'aspect de la route et non pas le degré d'adhérence de la chaussée qui incite les automobilistes à réduire leur vitesse de conduite. Ce phénomène a été constaté à la fois dans les simulateurs et sur le terrain. Des simulations ont été effectuées pour déterminer la meilleure manière d'informer les automobilistes et obtenir la meilleure adaptation de la vitesse en fonction de l'adhérence disponible. L'affichage de vitesse recommandée donnent les meilleurs résultats, tant en la réduction de vitesse qu'en distance à respecter entre les véhicules.

On calcule le risque d'accident comme étant le nombre d'accidents constatés par la police par million de kilomètres-véhicules et cet estimé est affiché comme un taux d'accidents. Le taux d'accidents peut être calculé en valeur absolue, ou comme risque associé à une route sèche et propre en hiver.

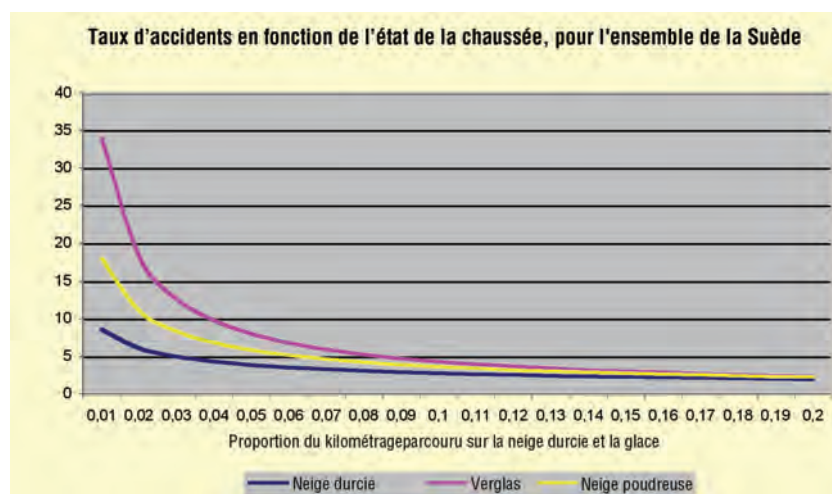
De façon générale les routes enneigées ou verglacées présentent un taux d'accidents de 3 à 30 fois supérieur pour la circulation routière que sur une surface sèche et propre. La glace dite « noire » est la condition routière la plus dangereuse. Le taux d'accident peut aussi être calculé en fonction de la fréquence d'occurrence pour une condition routière donnée pendant la saison d'hiver.



Exemple tiré de www.vv.se sur l'état actuel des conditions routières



SUÈDE



Taux d'accidents en fonction de la proportion du kilométrage parcouru sur la neige et la glace, par rapport au kilométrage parcouru sur des chaussées dégagées et sèches, au cours d'un hiver.

Les taux d'accidents pour diverses conditions de chaussée (neige et verglas) sont en rapport exponentiel avec le volume total de kilomètres-véhicules, pendant la saison d'hiver, en fonction de l'état de la route en question (voir figure page précédente).

Pour étudier de plus près quel impact a la fréquence des conditions de la chaussée, la période hivernale est divisée en courtes périodes au début et à la fin de l'hiver, avec une longue période intermédiaire. Le taux d'accidents au début de l'hiver n'est pas plus grand qu'à la fin de cette saison. Ce qui signifie que ce n'est pas la première apparition du phénomène de glissance en hiver qui cause le plus d'accidents, mais l'occurrence inattendue du verglas et de la neige qui surprend les automobilistes.

Équipement des véhicules

Depuis 1999, les voitures de tourisme, camions et autocars d'un poids supérieur à 3,5 tonnes doivent être munis de pneus d'hiver, ou l'équivalent, du 1^{er} décembre au 31 mars, au moment où les conditions de chaussées glissantes apparaissent. L'usage de pneus cloutés est autorisé du 1^{er} octobre au 30 avril.

Il résulte d'une étude que cette législation a permis de réduire de 11 à 14 % le nombre d'accidents graves ou mortels lorsque les conditions de chaussées étaient glacées et enneigées. L'intervalle dépend de la façon dont cette mesure a aussi un effet sur une chaussée dégagée. Quel que soit les conditions routières, la réduction était de 8 % durant tout l'hiver. Ces réductions ne sont pas statistiquement significatives à un niveau de risque de 5 %.

Au cours de l'hiver 2005-2006, on a relevé sur le réseau national, 1860 accidents causant des blessures sur des chaussées enneigées ou glacées. Une réduction du nombre d'automobilistes utilisant des pneus cloutés de 70 à 50 % augmentera le nombre d'accidents avec blessures de 56

et une réduction à 20 % se traduira par une augmentation des accidents de 140. Un meilleur entretien hivernal, une classe au-dessus, ne peut pas combler cette différence.

Le système de freinage antiblocage et le système de contrôle électronique de la stabilité (ESP) répartissent la force de freinage ou de traction de manière à ne pas bloquer ou faire patiner les roues. La réduction en Suède des accidents graves comme les pertes de contrôle mortelles sur des routes couvertes de neige ou de glace montre une efficacité de 49,2 % à plus ou moins 30,2 %. On a estimé qu'en Suède, sur un total de 500 décès dans des accidents de la route, 80 à 100 décès auraient été évités si tous les véhicules étaient équipés d'un système ESP.

Piétons

Le risque de blessures pour les piétons est plus élevé que pour les conducteurs lorsque les routes sont glissantes. La neige et la glace sur les voies réservées aux piétons se traduisent par un risque d'accident 8 fois plus élevé que lorsque ces voies sont complètement dégagées.

Équipement routier

En Suède, il était habituel que les routes aient une largeur de 13 m. Elles ont été construites à 2 voies de 3,5 m de largeur, avec un très large accotement. Ces routes présentaient un taux de risque d'accident très élevé, et certaines ont été converties à 2 voies de 5 m de largeur. Mais le résultat est meilleur avec la nouvelle norme, soit un rail protecteur au milieu. Souvent, les routes ont 1 voie dans un sens, et 2 voies dans l'autre (voie à sens unique avec câbles). Le nombre de voies dans le même sens change aux intersections. Cette norme a permis de réduire considérablement le nombre d'accidents graves. Les accidents mortels sont passés à 9 au lieu des 60 prévus sans câbles, et les blessures graves ont diminué de 50 %.

SUÈDE

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Un projet a pour but de créer un modèle hivernal (Système de gestion de l'entretien hivernal = WMMS). Initiée en 2001, la première version du modèle sera mise en œuvre par la SRA en 2009. Le modèle inclut l'influence de diverses conditions routières sur les usagers de la route, les administrateurs de l'entretien des routes, et sur la société en général. Des calculs socio-économiques ont été effectués, et le meilleur niveau possible d'entretien des routes en hiver est proposé.

La condition routière est essentielle quant aux effets obtenus. Elle joue donc un rôle primordial dans le modèle hivernal. Quel est l'impact du temps, de la circulation et des diverses interventions sur la conditions routière ? Quels effets et quels coûts résultent des diverses conditions routières ? La création d'un modèle se fait en trois étapes :

Description théorique à partir des processus physiques.

- Études empiriques établissant la relation entre le temps, la circulation et les actions avec les observations et les mesures prises sur le terrain;
- Développement d'un modèle prenant en compte les divers facteurs;
- Impact environnemental.



L'impact de l'exposition au sel de voirie apparaît d'abord sur la végétation et les eaux souterraines à proximité de la route.

La partie environnementale du modèle hivernal décrit, au moyen de plusieurs sous-systèmes la relation entre :

- Action et exposition;
- Exposition et conditions environnementales;
- Conditions environnementales et conséquences;
- Conséquences et coûts environnementaux.

D'autres sous-modèles importants donneront des informations sur les accidents, la durée des trajets et les coûts par véhicule pour divers types d'entretien hivernal, ainsi que les coûts afférents à l'administration du réseau routier.

5. Références

Carl Magnus Berglund. **Tema Vintermodell. Nytt och kostnader för vinterväghållning**. VTI notat 55-2005. Résumé en anglais.

Bergström, A. Tema Vintermodell. Olycksrisker under för-, hög och senvinter. VTI notat 19-2003.

Carlsson, A & Bröde, U: Utvärdering av mötesfri väg : halvårsrapport 2003:1 VTI notat 36-2004

Friction Measurement on Winter Road Surface, SNRA Spécifications et méthodes 110:2000

Ihs, A. **Winter maintenance in Sweden**, Compilation pour le COST 344. VTI särtryck 351, 2002.

Kircher, Katja, INTRO - *Intelligent roads. Deliverable D2.3 : Simulator study*. Final report VTI, EU-project report, 2007

Lie, A et al, *The Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) in Reducing Real Life Crashes and Injuries* Traffic Injury Prevention, 7:38-43, 2006

Möller, S & Wretling, P., *Estimate of the distribution of road surface conditions during the 1993/94 to 1996/97 winters*, VTI meddelande 848, 1998. Résumé en anglais.

Möller, Staffan, **Tema Vintermodell. Vägslagsmodellen**, VTI rapport 529, 2006. Résumé en anglais.

National Environmental Programme 2002-2005. SNRA Publ nr 2001:57

Niska, Anna. Tema Vintermodell. Olycksrisker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snövägslag. VTI rapport 556, 2006. Résumé en anglais.

TRB, 7th International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, Transportation Research Board/Circular E-C126, juin 16-19, 2008. Indianapolis, É.-U.



SUÈDE

Blomqvist, Göran & Gustafsson, Mats. Winter, Model: *Roadside Salt Exposure Under Different Weather Conditions*, page 159.

Möller, Staffan, *Winter Model: Road Condition Submodel*, page 512.

Wallman, Carl-Gustaf. Driver behaviour on winter roads : A driving simulator study. VTI rapport 419A, 1997.

Wallman, Carl-Gustaf. **Tema Vintermodell – Olycksriskmodellen**. VTI notat 60-2001, 2001.

Wallman, Carl-Gustaf. **Hastighet/flöde – väglag**. VTI meddelande 953, 2003. Résumé en anglais.

Wallman, Carl-Gustaf et al. **Tema Vintermodell: Etapp 1**. VTI meddelande 958, 2004. Résumé en anglais.

Wallman, Carl-Gustaf et al. **Tema Vintermodell, etapp 2. Huvudrapport**. VTI rapport 531, 2006. Résumé en anglais.

Wiklund, Mats. Tema Vintermodell. Anpassning av vinter-väglagsmodell till empiriska data med censurerade observationer. VTI notat 25-2006. Résumé en anglais.

Spécifications techniques générales pour l'hiver 2000, Administration des routes nationales suédoises. Document non publié.

Hiver 2000, Instructions internes du siège social aux administrations régionales, Administration des routes nationales suédoises. Document non publié.

VINTER 2003. Val av vinterväghållningsstandard. Swedish National Road Administration VV Publ 2002: 147

VINTER 2003. Allmän teknisk beskrivning. Administration des routes nationales suédoises VV Publ 2002: 148

Öberg, G., **Effect of sanding. Traffic and friction studies**. VTI Rapport 164, 1978. Résumé en anglais.

Öberg, G., *Friction and journey speed on roads with various winter road maintenance*, VTI rapport 218, 1981. Résumé en anglais.

Öberg, G; Gustafson, K & Axelsson, L., **More effective de-icing with less salt**, Rapport final du projet MINSALT, VTI rapport 369 SA, 1991.

Öberg, G et al, *Single accidents among pedestrians and cyclists*, VTI meddelande 799A, 1996.

Öberg, G; Wiklund, M & Velin, H., **The effect of the winter tyre law on the use of tyres and on accidents**, VTI rapport 479, 2002. Résumé en anglais.

Öberg, Gudrun (editor), PIARC 2006, XII Winter Road Congress, 27–30 March 2006, Torino, Italy. VTI notat 19A-2006.

Öberg, Gudrun. Tema Vintermodell. Fordonskorrosion beroende på vintervägsaltning. Kunskapssammanställning. VTI notat 24-2006. Résumé en anglais.

Öberg, Gudrun & Möller, Staffan, Hur påverkas trafiksäkerheten om restriktioner av dubbdäcksanvändning införs? Kan en förbättrad vinterväghållning medföra att trafiksäkerhetsnivån bibehålls? VTI rapport 648, 2009. Résumé en anglais.

La plupart de ces rapports peuvent être téléchargés à partir des pages Internet suivantes :

www.vti.se Swedish Road and Transport Research Institute (VTI)

www.vv.se Swedish Road Administration (SRA and in Swedish VV)

www.smhi.se Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI)



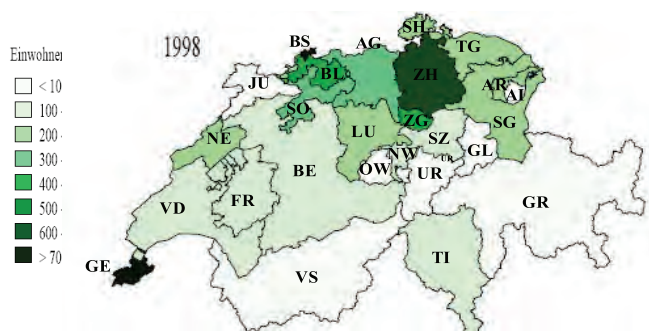
SUISSE

Base de données
sur la neige
et le verglas
2010

1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

La Suisse est un petit pays (41 285 km²), enclavé au cœur du continent européen. Les deux tiers de sa superficie environ sont montagneux. Le Plateau, situé entre les Alpes et le Jura, est densément peuplé.



La Suisse est un État fédéral composé de 26 cantons. Sa capitale est Berne. Zurich et Genève sont des centres financiers internationaux. Genève est le siège de plusieurs organisations des Nations Unies ou d'autres organisations internationales. Bâle est le siège d'importantes multinationales pharmaceutiques.

Quatre cultures ou régions linguistiques cohabitent en Suisse : alémanique : 64 % de la population, romande : 20 %, italienne : 7 % et romanche (dans quelques vallées alpines) : < 1 %.



9 % de la population parle d'autres langues.

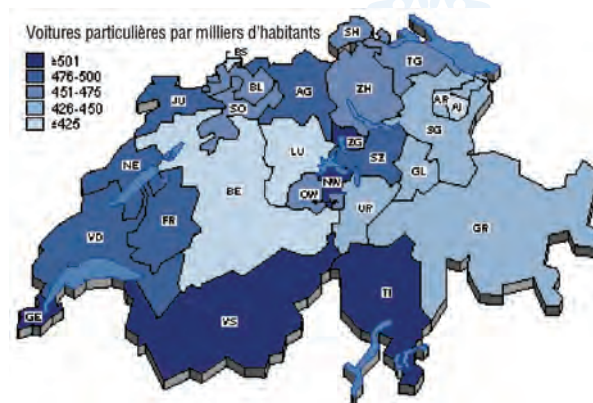
L'économie repose sur les services (71 %), l'industrie (25 %) et l'agriculture (4 %). Les biens destinés à l'exportation sont : les machines, les produits chimiques, les métaux, l'horlogerie et les produits agricoles.

1.2 Réseau routier et circulation

La Confédération est propriétaire des routes nationales et est maître d'ouvrage. Le réseau des routes nationales suisses, d'une longueur de 1907 km, a été défini comme un ensemble en 1960. Construit à près de 90 %, il sera achevé, en théorie, en 2020. La construction fait place aujourd'hui à l'adaptation et au réexamen de ce réseau.

Routes	Routes nationales	1700 km
	Routes cantonales	18 000 km
	Routes communales	51 000 km
Véhicules	Véhicules utilitaires	292 329
	Voitures de tourisme	4 147 500

Les cantons et les communes sont propriétaires des routes cantonales et communales respectivement.



En moyenne, le Suisse parcourt 11 000 km par an en véhicule privé et 2100 km en chemin de fer. Le trafic quotidien moyen sur autoroute atteint 100 000 véhicules sur certains tronçons (3+3 voies). Le transport routier représente 85 % du total des tonnes de fret. Les routes revêtent donc une très grande importance économique. L'entretien des routes en tout temps incombe aux autorités routières fédérales, cantonales et communales.

Le service hivernal est actif entre octobre et avril et représente 20 – 25 % des coûts opérationnels annuels.



SUISSE

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Une centaine de sommets montagneux suisses atteignent ou dépassent les 4000 mètres, et le pays compte plus de 3000 kilomètres carrés de glaciers. Les forêts occupent environ un quart du pays.

Le climat varie selon l'altitude. On peut distinguer quatre régions climatiques caractéristiques :

Le Jura

Le Jura est une chaîne de montagne située au nord-ouest du pays, et qui culmine à 1300 mètres.



Des précipitations élevées accompagnées de vents violents fréquents prédominent. Le climat est rude en hiver. Les précipitations atteignent en moyenne de 120 à 180 cm sur 140 à 160 jours de précipitations par an. Les vents violents atteignent un maximum de 140 km/h et de 210 km/h au sommet des montagnes. La neige transportée est fréquente en hiver.

Le Plateau

La région située entre le Jura et les Alpes héberge plus des deux tiers de la population. Toutes les grandes villes sont situées dans cette région, dont l'altitude varie de 300 à 700 mètres.



La distribution des précipitations est essentiellement équilibrée. La quantité de neige varie d'un hiver à l'autre et le brouillard est un phénomène fréquent.

Les précipitations atteignent en moyenne de 90 à 140 cm sur 120 à 140 jours de précipitations par an. Les vents violents culminent à 170 km/h.

Les Alpes

Les Alpes et les Préalpes couvrent près des deux tiers de la superficie de la Suisse. Le pic le plus élevé culmine à 4500 m. Les Alpes et les Préalpes sont généralement riches en précipitations. Leur moyenne varie de 140 à 200 cm pendant 140 à 160 jours de précipitations par an. Des vents violents atteignant une vitesse maximale de 270 km/h sont possibles dans les vallées. Des tempêtes de foehn (vent chaud et sec) sont fréquentes dans les vallées orientées nord-sud.



Le sud des Alpes

Le Tessin, partie ensoleillée de la Suisse, se trouve au sud des Alpes, où poussent les palmiers. L'altitude descend à 200 mètres.



Des précipitations annuelles élevées allant jusqu'à 220 cm prévalent par suite de l'accumulation de pluie sur le versant sud des Alpes au printemps et à l'automne. Le vent atteint des vitesses de 120 km/h.

SUISSE

2.2 Statistiques de températures

Le tableau montre les caractéristiques hivernales des différentes régions climatiques.

Climat	Temp. de l'air		Précipitations					
	Jours où la T < 0° C	Jours de verglas	Jours avec pluie	Pluie en cm/an	Jours avec chute de neige	Jours d'enneigement	Max. de neige cm/jour	Quantité de neige cm/an
Jura	121	30	157	140,6	64	123	55	317
Plat.	96	22	126	104,2	30	51	22	53
Alpes	140	42	138	148,7	59	128	50-90	433
SdA	45	4	107	184,8	14	19	63	43

2.3 Indice hivernal

Un indice hivernal a été élaboré pour montrer la corrélation entre les coûts du service hivernal et divers paramètres météorologiques. Il sert de base à l'indemnisation du service hivernal depuis 2008.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

La législation varie selon qu'il s'agit des routes nationales, cantonales ou communales. Il existe une obligation juridique d'assurer le service hivernal sur les routes nationales.

Les codes de pratique officiels pour les routes comprennent 18 documents sur le service hivernal :

SN 640 750b	Bases;
SN 640 751	Protection contre les avalanches;
SN 640 752b	Instruction et besoin en personnel;
SN 640 754a	Informations météorologiques, relevé des conditions de la chaussée;
SN 640 756a	Degrés d'urgence, niveau du service hivernal, plan et registre des itinéraires et plan d'intervention;
SN 640 757a	Matériel d'intervention;
SN 640 760b	Caractéristiques de la neige;
SN 640 761a	Déneigement;

SN 640 763	Engins de déblaiement de la neige;
SN 640 764b	Dispositif de fixation des lames de déneigement;
SN 640 765a	Caractéristiques des lames de déneigement;
SN 640 772b	Lutte contre le verglas;
SN 640 774a	Exigences requises pour les épanduses;
SN 640 775a	Pare-neige;
SN 640 776b	Ouvrages de stabilisation de la neige;
SN 640 778a	Signalisation, installations.

Classes de routes

Pour le déneigement et la lutte contre le verglas, les classes suivantes ont été définies :

- autoroutes, semi-autoroutes;
- Artères principales de circulation, routes escarpées;
- Routes utilisées par les transports publics;
- Routes menant à des gares, hôpitaux, etc.;
- Stations de transports publics;
- Voies piétonnières et cyclables importantes, escaliers.

Niveaux de service

Niveau A :	routes noires, élimination complète de la neige et lutte contre le verglas;
Niveau B :	prévention de la glissance, routes noires à moyen terme;
Niveau C :	routes praticables sans recourir au déverglage, routes blanches;
Niveau D :	pas de service hivernal.

Niveaux de priorité

Niveau 1 :	Premier passage du chasse-neige achevé 3 h après la mobilisation (2 h sur les autoroutes). Premier passage de l'épanduse achevé 2 h après la mobilisation.
Niveau 2 :	Premier passage du chasse-neige achevé 4 h après la mobilisation. Premier passage de l'épanduse achevé 3 h après la mobilisation.
Niveau 3 :	Premier passage du chasse-neige achevé 5 h après la mobilisation. Premier passage de l'épanduse achevé 4 h après la mobilisation.

SUISSE

Toutes les autorités routières sont tenues d'avoir des cartes routières couvrant l'ensemble du réseau routier, et indiquant les classes de routes, les niveaux de service et les niveaux de priorité.

Règlements relatifs à la main d'oeuvre

La durée maximale de conduite est fixée par une ordonnance fédérale. Elle ne doit pas dépasser 9 h (10 h autorisées deux fois par semaine). La durée hebdomadaire du travail est de 46 h. Le maximum d'heures supplémentaires par semaine est de 5 h (10 h dans des cas exceptionnels).

Des exceptions sont toutefois autorisées pour les services de maintenance. Les conditions varient légèrement d'un canton à l'autre.

Règlements relatifs aux équipements et au matériel

Les réglementations relatives aux équipements décrivent les types, les méthodes de test et les domaines opérationnels des véhicules, des chasse-neige, des turbines à neige, et des épandeurs. Les principaux objectifs sont les suivants :

- Vitesse la plus élevée possible pour les chasse-neige/épandeurs;
- Élimination complète de la neige par des moyens mécaniques (chasse-neige, balais rotatifs);
- Utilisation minimale d'agents de déverglaçage.

Les codes de pratique décrivent les types et les domaines opérationnels des agents de déverglaçage (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , urée, solutions salines, méthanol, glycol) et des abrasifs.

Les prescriptions de dosage sont les suivantes :

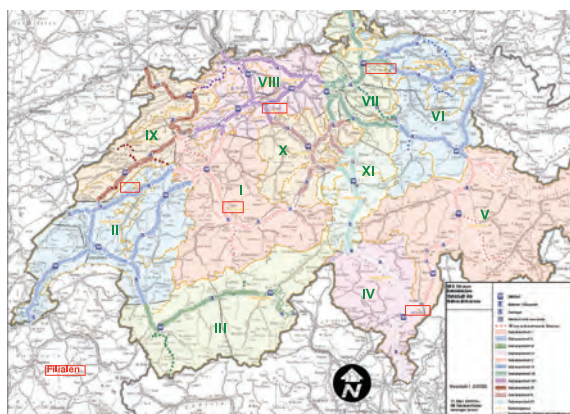
Épandage	Températures °C	
	0 °C à -8 °C	-8 °C à -20 °C
	g / m ²	g / m ²
Sel sec	7 - 15	10 - 20
Sel humidifié	7 - 15	10 - 20
Saumure en ASI	5 - 10	5 - 10
Abrasifs	≤ 200	≤ 200
Pourcentage de mélange	seulement NaCl	2/3 NaCl 1/3 CaCl_2

Certaines conditions de surface peuvent exiger un dosage de sel plus élevé.

Le recours à la technique du sel humidifié (sel et saumure mélangés sur le dispositif rotatif) progresse. En 2005, cette technique est utilisée dans 90 % de tous les centres de maintenance des autoroutes.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Pour les routes nationales, la Confédération est responsable du service hivernal. Elle passe des contrats de prestations avec 11 unités territoriales réparties sur l'ensemble du territoire suisse qui se chargent du service hivernal.



Le service hivernal des routes cantonales est réalisé par les cantons et celui des routes communales par les communes.

De manière générale, les centres de maintenance se chargent du service hivernal. Toutefois, des contrats sont souvent passés avec des entreprises privées pour les charger d'une partie ou, dans certains cas, de l'ensemble du service hivernal. Ces contrats sont conclus entre les autorités routières cantonales ou communales et le sous-traitant.

Types de contrat :

A : Le sous-traitant est chargé d'un tronçon de route pour le déneigement et la lutte contre le verglas. Il travaille avec son propre équipement, sauf les chasse-neige et les épandeurs, qui sont fournis par le centre de maintenance. L'appel d'intervention est donné dans la plupart des cas par le centre de maintenance.

B : Le sous-traitant fournit les véhicules et les chauffeurs qui collaborent avec les équipes du centre de maintenance.

C : Le sous-traitant fournit les véhicules pour la saison d'hiver.

Les paiements sont effectués au prorata du nombre d'heures prestées avec un forfait pour la fourniture des véhicules.



SUISSE

Routes nationales

Équipement : Les routes nationales disposent de 45 centres de maintenance. La longueur autoroutière moyenne desservie par chaque centre est définie par l'obligation de procéder au premier passage du service hivernal dans les 2 heures.

L'équipement comporte : 2 – 3 camions par direction, équipés de chasse-neige, largeur 3,5 – 6,0 m., épandeurs démontables, 4 – 6 m³ pour le sel et 2 m³ de saumure. Une personne par camion. Sur les tronçons de montagne et sur les tronçons où la neige ne peut pas être mise sur les côtés, des turbines à neige sont nécessaires pour charger la neige dans les camions.

Le sel est toujours stocké sous un toit, soit dans des granges (jusqu'à 4000 tonnes) soit dans des silos (200 tonnes par silo). L'avantage des silos est le peu de temps requis pour le chargement (2 – 3 minutes), qui peut être assuré par le chauffeur seul. Avec une disposition appropriée des silos, 2 – 3 épandeurs peuvent être chargés en même temps.

Des installations d'épandage et de déverglaçage automatiques sont en service sur des tronçons spécifiques présentant un microclimat particulier ou qui sont particulièrement exposés. Deux installations se trouvent sur les ponts élevés, 1 installation (longueur 6 km) sur un tronçon à forte densité de trafic (80 000 véhicules par jour) et ayant un microclimat particulier.



Le chauffage de la chaussée n'est pas utilisé, à une exception près. Sur un pont particulièrement exposé, une application pilote à l'énergie solaire est en service depuis 1995. Un système de tube à échange de chaleur intégré dans la couche d'asphalte d'un pont, couvrant une superficie de 1300 m², collecte la chaleur au cours de l'été et l'utilise pendant les périodes de gel en hiver, pour chauffer la surface du pont, évitant ainsi la formation de verglas. Le liquide est stocké dans un accumulateur de chaleur souterrain.

Main d'oeuvre

Le personnel d'un centre de maintenance se compose généralement :

- d'un chef de route responsable du service hivernal;
- d'un administrateur, responsable de la comptabilité et de l'administration;
- de 2 – 3 chefs de groupes;
- d'équipes, chauffeurs et autres professions;
- de 2 – 3 mécaniciens automobiles;
- de 1 – 4 électriciens, en fonction de la quantité d'installations électromécaniques le long de l'autoroute.

Les chefs de groupe sont chargés des tâches opérationnelles. Ils décident des interventions, sur la base du système SMR. Chaque centre de maintenance possède une organisation de garde toute l'année. Chaque employé a l'obligation de se tenir à disposition à titre temporaire.

Les horaires de travail sont fixés par le responsable des opérations de maintenance dans chaque canton. Le travail hebdomadaire est en général de 42 h. Les heures supplémentaires pendant l'hiver sont généralement compensées en été.

Le travail par pose devient de plus en plus fréquent dans les centres de maintenance au fur et à mesure que l'intensité du travail s'accroît. Le travail de maintenance dans les tunnels s'effectue principalement de nuit, ce qui s'applique de plus en plus aussi aux autres travaux susceptibles de perturber la fluidité du trafic.

Des règles de sécurité strictes s'appliquent à tous les types de maintenance (vêtements, manipulation des outils, équipements, comportement sur la route, etc.). Chaque centre désigne son contrôleur de la sécurité.

Formation et éducation

Le responsable du centre de maintenance est chargé de la formation de l'équipe.

La formation inclut :

- les tâches relevant du service hivernal;
- l'organisation générale;
- les véhicules et engins;
- l'organisation des interventions;
- l'organisation du personnel et la mise à disposition;



SUISSE

- la fourniture d'informations;
- les instructions sur les outils;
- la préparation des chefs de groupes;
- les instructions sur la planification des itinéraires, les niveaux de service et les degrés de priorité;
- le dosage du sel selon les prévisions du SMR et le sel résiduel;
- le déneigement par équipes;
- ce qu'il convient de faire en cas d'accident, la « gestion des risques »;
- les comptes rendus.

Au début de l'hiver, des formations sont données aux exploitants des routes et portent sur la météorologie de base, la technologie des prévisions, le travail sur le SMR et le radar météorologique.

D'autres cours couvrent la manipulation des systèmes de détection du verglas.

Méthodes, équipement et matériel pour problèmes spéciaux

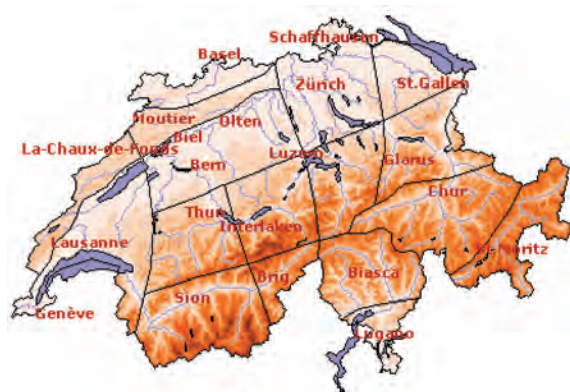
Des problèmes spéciaux sont posés par les congères, les avalanches et l'asphalte drainant. Pour réduire la quantité de neige soufflée sur la route, des pare-neige sont installés là où le phénomène se produit régulièrement.

Certains hivers, les avalanches causent de graves problèmes aux autorités routières. Toutes les régions montagneuses se sont dotées d'une équipe spéciale en cas d'avalanche. Elle a pour mission d'observer les caractéristiques et la quantité de neige, de publier des bulletins d'alerte et dans certains cas de fermer la route. Un bulletin d'avalanche spécial et des alertes sont publiés quotidiennement par MeteoSwiss et par l'Institut suisse pour l'étude des avalanches. Des dispositifs d'alerte automatiques sont installés à certains endroits.

Informations météorologiques

MeteoSwiss fournit des informations pour la maintenance hivernale à plusieurs niveaux :

- Des prévisions météorologiques routières générales, disponibles gratuitement pour le grand public sur Internet et à la radio;
- Des prévisions météorologiques routières à 24 h spécialement conçues pour les centres de maintenance. Ces prévisions sont faites séparément pour plus de 20 zones présentant des climats locaux différents;



L'information est diffusée par lignes téléphoniques et par le réseau informatique et arrive directement dans l'ordinateur SMR du centre de maintenance. Le contrat est conclu entre MeteoSwiss et le centre de maintenance. La précision des prévisions se situe entre 86 % et 89 %;

- Des bulletins d'alerte sont publiés pour des cas ou situations spécifiques, généraux ou locaux, qui n'ont pas été annoncés dans les prévisions météorologiques générales. Ils sont transmis directement sur l'ordinateur SMR du centre de maintenance et déclenchent un signal d'alerte;
- Les prévisions météorologiques routières de MeteoSwiss s'appuient sur un réseau de stations météorologiques automatiques (ANETZ) et plusieurs modèles de prévisions. Une vérification est généralement effectuée avec une sélection de capteurs routiers.





SUISSE

Système SMR

Tous les centres de maintenance pour les routes nationales disposent d'un système SMR. Ce système combine les mesures et les alertes venant des capteurs routiers, des stations météorologiques et des prévisions locales. Les capteurs et les stations routières fournissent généralement les paramètres suivants : température de l'air à 2 m au-dessus du sol, température à la surface, humidité, point de condensation, température de congélation, précipitation, vent : direction et intensité, conditions de la chaussée : sec ou mouillé, sel résiduel.



Les prévisions météorologiques locales SMR sont publiées tous les jours à 15 h et couvrent 24 heures. Elles fournissent : la température de l'air à 2 m et à 5 cm au-dessus du sol, l'humidité et le point de condensation, la précipitation (type et quantité), la limite des chutes de neige, le vent (direction et intensité), la couverture nuageuse et les conditions de la surface de la route. La prévision est actualisée si un changement survient dans les 24 h.

Système de détection du verglas

Le réseau routier national est équipé d'un système de détection du verglas. Au total, environ 400 capteurs routiers sont installés, qui mesurent la température en surface et le point de congélation en refroidissant électriquement la surface du capteur. La distance moyenne entre les capteurs routiers est d'environ 6 km.



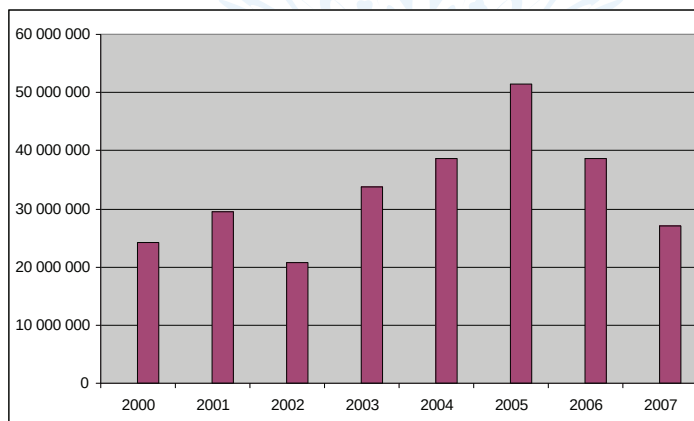
Le système le plus généralisé est le système Boschung. Dans quelques cas, le système Vaisala et le système Micks sont installés. Les capteurs routiers sont généralement combinés à des stations de mesure en bord de route. L'emplacement des capteurs a été déterminé par l'expérience ou à l'aide de la cartographie thermique. D'ordinaire, les endroits les plus dangereux ont été choisis. Des emplacements supplémentaires se trouvent sur les ponts, dans des endroits particulièrement exposés et à l'ombre.

3.3 Évaluation des mesures de lutte contre la neige et le verglas

Frais d'exploitation sur les autoroutes nationales

Les coûts du service hivernal peuvent varier entre 15% et 25 % du coût total des frais d'exploitation annuels. Le graphique ci-après montre le coût du service hivernal exprimé en milliers de Franc Suisse (CHF) par kmv.

(kmv : kilomètres virtuels, où les surfaces de circulation supplémentaires telles que aires de service, rampes, voie de ralentissement, etc. sont calculées en kilomètres supplémentaires)



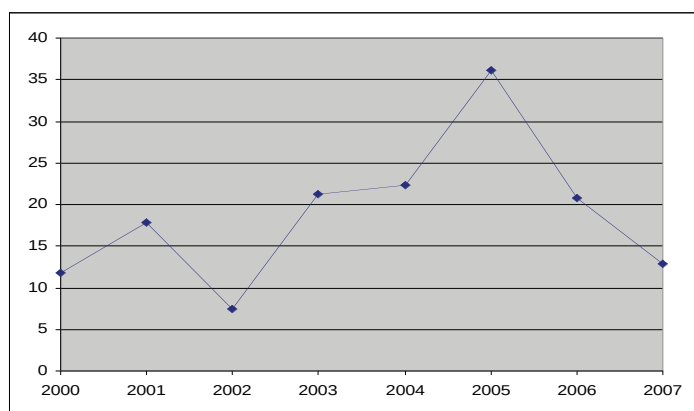
Coûts annuels du service hivernal.



SUISSE

Consommation de sel sur les autoroutes nationales

La consommation de sel est directement liée à la rigueur de l'hiver. Plusieurs mesures ont été introduites ces dernières années pour réduire le recours à des systèmes de déverglaçage. La consommation annuelle est présentée en tonnes/km.



Historique – Consommation annuelle (t/km)

Mesures d'efficacité

Internes

Tous les centres de maintenance des routes nationales et certains de ceux destinés aux routes communales disposent d'un système de comptabilité analytique. C'est pourquoi le coût total du service hivernal, ainsi que les facteurs de coût personnel, véhicules/engins, matériel, etc., sont exactement connus. Sur base de cette comptabilité analytique, le rendement fait l'objet d'une évaluation tous les hivers.

Un projet d'échange de connaissance couvrant toutes les activités de maintenance est en cours. Ce projet a pour objectifs :

- d'accroître l'efficacité;
- d'institutionnaliser les programmes d'apprentissage;
- de réduire les coûts.

Externes

Fondamentalement, l'efficacité externe peut être jugée par le nombre de fermetures de routes et d'accidents de la route provoqués par des routes mal entretenues. Ces cas ne sont cependant que sommaires.

Une méthode plus détaillée, qui comparera les activités à des normes données, est en phase préparatoire. Elle sera fondée sur une assurance de qualité générale de la maintenance routière.

Mesures visant à réduire la consommation de sel

Outre les méthodes approuvées telles que la technique du sel humidifié, les prescriptions de dosage en fonction des conditions de la surface et la formation annuelle du personnel, l'efficacité de nouvelles procédures et de nouveaux dispositifs est systématiquement mise à l'essai.

Un test réalisé pendant deux hivers avec un système de dosage automatique du sel basé sur des thermomètres infrarouges « ThermoMat » a prouvé que la consommation de sel sur une autoroute pouvait être réduite de 20 à 30 % sans aucune diminution de la sécurité routière, ce qui profite à la fois à l'environnement et à l'économie dans la lutte contre le verglas.

3.4 Sécurité et information routières

Mesures de sécurité

Un grand projet national visant à réduire le nombre de victimes sur les routes, « Via Sicura », a défini un certain nombre de mesures indirectement liées au service hivernal.

Informations liées à la météorologie pour les usagers de la route

Ce type d'informations est principalement disponible par la radio. L'administration des routes ne fournit pas d'information sur un site Internet au sujet de la météorologie routière ou des conditions de surface des routes.

Toutefois, des signaux routiers fixes et variables renseignent sur les routes fermées et les déviations recommandées.

Échange international d'informations routières

L'échange international d'informations concerne les fermetures de routes et les situations de conduite difficile. Il est assuré par le siège de la police.

Gestion du trafic sur les routes nationales

Il existe un siège supra régional de gestion du trafic. La portée des activités de ces centres de guidage du trafic inclut la collecte de données sur le flux de trafic et la densité, le guidage actif du trafic, la coordination des travaux de maintenance routière et l'information sur le trafic, la météorologie et les conditions de circulation.



SUISSE

4. Recherches et études en cours

4.1 Nouvelles technologies

Critères pour l'implantation d'installations d'épandage automatiques

Cette étude fournira des critères d'évaluation de projet pour le recours à des installations d'épandage automatiques en fonction du microclimat, du trafic, de la sécurité et du rapport coût/bénéfice.

4.2 Nouvelles approches de gestion

Indice hivernal

L'indice hivernal est une formule empirique basée sur le coût du service hivernal et les données météorologiques. Il peut s'appliquer pour évaluer le coût opérationnel théorique découlant des données météorologiques de l'hiver écoulé et donne ainsi une indication de l'efficacité du service hivernal.

Efficacité du service routier hivernal

La recherche montrera le flux de trafic avant et après le service hivernal, et permettra ainsi des considérations coût/bénéfice portant sur l'opportunité et la rapidité des opérations de service hivernal, y compris la sécurité routière, l'économie et l'impact sur l'environnement.

Utilisation de la technologie de communication moderne dans la maintenance des routes afin d'optimiser la sécurité routière

Cette étude fournira les critères techniques et financiers permettant de mettre en œuvre une telle communication en fonction du positionnement par satellite, le transfert de données en ligne entre la base et les véhicules, le contrôle à distance du dosage du sel, etc.

4.3 Coopération internationale

Dans le domaine du service routier hivernal, la Suisse collabore avec les organisations suivantes:

- **AIPCR** Association mondiale de la route, Comité technique B5 « Viabilité hivernale »;
- **COST** Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique, projet 353 « Stratégies de service hivernal pour une sécurité routière européenne accrue »;

- **SIRWEC** Commission météorologique routière internationale permanente, Comité exécutif;
- **CEN** Comité européen de normalisation, CT 337 « Service hivernal et maintenance des zones de service routier »;
- **D-A-CH** Séminaires annuels organisés par les sociétés de recherche sur les routes d'Allemagne, d'Autriche et de Suisse;
- **F-CH** Séminaires réguliers sur les questions techniques et d'organisation réalisés par les sociétés de recherche sur les routes de France et de Suisse.

Dans le passé, la Suisse a accueilli les conférences internationales suivantes portant sur les questions liées à l'hiver:

- **AIPCR**, VI^{ème} Congrès international sur les routes en hiver, Davos, 1982;
- **SIRWEC** 10^{ème} Conférence internationale sur la météorologie routière, Davos, 2000.

5. Références

Office fédéral des routes

www.astra.admin.ch

Autres références

www.swissroads.ch

www.vss.ch





Base de données sur la neige et le verglas 2010



AUTEURS ET LISTE DE CONTACTS



ALLEMAGNE

M. Horst Hanke
Autorité routière de Saarland
h.hanke@saarhafen.de



ANDORRE

M. Jordi Garcia Llevet
Ministère de l'Aménagement du territoire
et de l'environnement
jordi_garcia@govern.ad

M. David PALMITJAVILA DUEDRA
Ministère de l'Aménagement du territoire
et de l'environnement
david_palmitjavila@govern.ad

M. Rafel CERVOS ISERN
Ministère de l'Aménagement du territoire
et de l'environnement
rafel_cervos@govern.ad



AUTRICHE

M. Manfred Skerlan
Municipal Department 48
Waste Management, City Cleaning
and Motor Pool
Ville de Vienne
manfred.skerlan@wien.gv.at



BELGIQUE

M. Xavier Cocu
Centre de recherches routières
x.cocu@brrc.be

M. Thierry Decoux
Direction générale des routes et bâtiments
Ministère de la Région wallonne
thierry.decoux@spw.wallonie.be

M. Marcel Hoefmans
Direction Gestion et entretien des voiries
(Ministère de Région de Bruxelles-Capitale)
mhoefmans@mrbc.irisnet.be

M. Tom Roelants
Administration des routes et de la circulation
(Ministère de la Région flamande)
tomji.roelants@mow.vlaanderen.be



CANADA

M. Miguel Tremblay
Service météorologique du Canada
Environnement Canada
miguel.tremblay@ec.gc.ca



AUTEURS ET LISTE DE CONTACTS



CANADA – QUÉBEC

M. Michel Brown

Direction du soutien aux opérations
Ministère des Transports du Québec
michel.brown@mtq.gouv.qc.ca

M. Richard Charpentier

Directeur
Direction de la Chaudière-Appalaches
Ministère des Transports du Québec
richard.charpentier@mtq.gouv.qc.ca



DANEMARK

M. Michel M. Eram

Administration des routes danoises
me5@vd.dk

M. Freddy Knudsen

Administration des routes danoises
fek@vd.dk



ESPAGNE

M. Luis Azcue

Direction générale des routes
Ministère des Travaux publics et des Transports
lazcue@mfom.es

M. José del Pino

Madrid Calle 30
delpinoaj@mc30.es

M. Jorge Lucas

Ministère des Travaux publics et des Transports
jlucas@fomento.es



ESTONIE

M. Kuno Männik

Directeur régional
Administration routière estonienne
kuno.mannik@mnt.ee

M. Rain Hallimäe

Direction de l'entretien des routes
Département de l'Administration
routière estonienne
rain.hallimae@mnt.ee

M. Tõnu Asandi

Spécialiste en chef de l'entretien des routes
Département de l'Administration
routière estonienne
tonu.asandi@mnt.ee



ÉTATS-UNIS

M. Paul Pisano

Administration fédérale des autoroutes
Programme de gestion de la météorologie routière
paul.pisano@dot.gov



FINLANDE

M^{me} **Anne Leppänen**

Administration routière finlandaise
anne.leppanen@tiehallinto.fi

M. Jukka Karjalainen

Administration routière finlandaise
jukka.karjalainen@tiehallinto.fi



FRANCE

M. Didier Giloppe

Expert en viabilité hivernale
DESGI CETE Normandie Centre
didier.giloppe@equipement.gouv.fr



ISLANDE

M. Bjorn Olafsson

Direction du Département de service
Administration des routes publiques
bjorn.olafsson@vegagerdin.is

M. Einar Pálsson

Direction du Département technique
Département de service
Administration routière islandaise
eynar.palsson@vegagerdin.is

M. Skuli Thordarson

Chercheur sénior
Vegsyn Consult
skuli@vegsyn.is



ITALIE

M. Roberto Giannetti

ANAS S.p.A.
r.giannetti@stradeanas.it



JAPON

M. Masaru Matsuzawa Ph.D.

Cold Region Road Research Group
Civil Engineering Research Institute
for Cold Region, PWRI
masaru@ceri.go.jp



AUTEURS ET LISTE DE CONTACTS



LETTONIE

M. **Jānis Kastanovskis**
State Joint-Company
Latvian State Road
janis.kastanovskis@lvceli.lv

M. **Boriss Jelisejevs**
State Joint-Company
Latvian State Road
boriss.jelisejevs@lvceli.lv



LITUANIE

M^{me} **Inesa Seskauskiene**
Administration routière lituanienne
inesa.seskauskiene@lra.lt



MAROC

M. **Abdelhamid Janati Idrissi**
Direction de la Division de la maintenance
et de la viabilité hivernale
Direction des routes - Maroc
janati@mtpnet.gov.ma



NORVÈGE

M. **Dystein Larsen**
Département de Technologie
Directorat des Routes
Administration norvégienne
des routes publiques
dystein.larsen@vegvesen.no



PAYS-BAS

M. **Rinse Nieuwsma**
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
rinse.nieuwsma@rws.nl

M. **Bert Verkaik**
Ministère des Transports
Centre du Transport et de navigation
bert.verkaik@rws.nl



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

M^{me} **Radomíra Plíšková**
Département des routes
Ministère des Transports – République Tchèque
radomira.pliskova@mdcr.cz



ROYAUME-UNI

M. **Martin Hobbs**
Direction – Stratégies Conditions
météorologiques extrêmes
Agence des autoroutes
martin.hobbs@highways.gsi.gov.uk



SLOVÉNIE

M. **Svit Cerne**
DDC Consulting & Engineering Ltd.
svit.cerne@ddc.si



SUÈDE

M^{me} **Gudrun Oberg**
Institut de recherche sur les routes et les transports
gudrun.oberg@vti.se

M. **Jan Olander**
Administration suédoise des routes
Direction nationale
jan.olander@vv.se



SUISSE

M^{me} **Anne Gillardin**
Office fédéral des Routes
anne.gillardin@astra.admin.ch