

GESTION DU RESEAU ROUTIER EN HIVER A L'AIDE DE CAMERAS CCTV

Hiroshi Kido^{*}, Hisa'aki Masaoka^{**}, Yuji Ota^{***} and Lu Bianli^{**}

^{*}Facilities Planning Sec. Sports and Community Development
(Développement de la Communauté et des Sports Sec. Planification des infrastructures)
Office Community Service Bureau, City of Sapporo
(Bureau des services de la Communauté, ville de Sapporo)
Hitsujigaoka 1-banchi, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, Japan
TEL: +81-11-850-1000/FAX: +81-11-850-1011
E-mail: kido@sapporo-dome.co.jp

^{**}Civil Engineering Services Co., Ltd.

^{***}Docon Co., Ltd.

1. Résumé

Sapporo (population: 1,8 million d'habitants) s'est développée au point de devenir une ville au centre de la politique, de l'économie et de la culture d'Hokkaido. Toutefois, son climat est rigoureux. Bien que située à une latitude plus au sud que la majeure partie de l'Amérique du Nord et de l'Europe, la ville connaît un fort enneigement en hiver. La moyenne annuelle des chutes de neige avoisine 5 mètres et la température hivernale diurne peut descendre en dessous de -10°C .

La gêne occasionnée à la circulation routière en hiver a été et reste un problème pressant pour les résidents.

Pour cette raison, l'introduction d'un système de transport intelligent (ITS) adapté aux régions urbaines froides est une priorité parmi les différents projets ITS faisant l'objet d'une étude à Sapporo. Un tel système pourrait atténuer les effets de la neige en assurant un fonctionnement régulier de l'infrastructure urbaine en cas de chaussées verglacées ou de chutes de neige importantes.

L'utilisation en temps réel de caméras de télévision industrielle (CCTV) offre une perspective particulièrement intéressante pour la gestion du réseau routier en hiver à l'avenir.

Ce rapport présente les principaux systèmes utilisant des caméras de télévision industrielle (CCTV).

2. Conditions météorologiques et problèmes de circulation l'hiver à Sapporo

Sapporo se caractérise par d'importantes chutes de neige. Parmi toutes les villes du monde, Sapporo est la seule dotée d'une population de plus de 1,8 million d'habitants et de chutes de neige annuelles dépassant les 5 mètres. Sapporo enregistre en moyenne 123 jours de chutes de neige par hiver, ce qui signifie qu'il neige environ un tiers de l'année. En règle générale, la neige recouvre Sapporo environ 4 mois, de fin décembre à fin mars.

2.1 Caractéristiques des chutes de neige

Les chutes de neige annuelles fluctuent autour de la ligne des 5 mètres depuis 1953.

Toutefois, leur variation d'une année à l'autre est importante. Certaines années connaissent des chutes de neige dépassant 6,5 m; d'autres seulement 4,0 m. Cette variation affecte considérablement la gestion du réseau routier en hiver. A Sapporo, les mois de décembre à mars sont appelés la période de déneigement hivernal.

2.2 Défis quant à la gestion du réseau routier en hiver

1) Vitesse de circulation l'hiver selon le mode de transport

Les temps de déplacement augmentent l'hiver, quel que soit le mode de transport : ils sont multipliés par 1,4 pour les voitures, par 1,2 pour les bus et par 1,1 pour les trains (y compris les trajets des bus ou des voitures vers/depuis les gares).

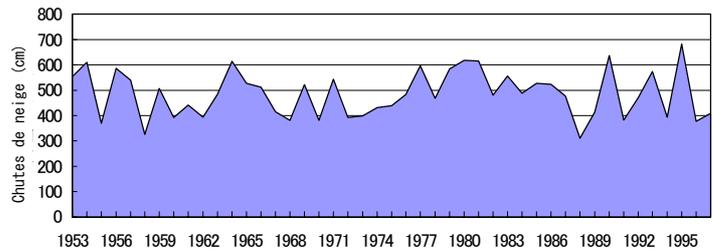


Figure 1 Hutes de neige annuelles (1953-1997)

2) Baisse de la vitesse de circulation des véhicules en hiver

Une enquête sur la vitesse des véhicules réalisée sur les axes routiers interurbains dans Sapporo, montre que la vitesse moyenne de déplacement en hiver diminue de 19 km/h, soit d'environ 70% de celle d'automne (27 km/h). Les matins d'hiver montrent une baisse particulièrement importante de 60% par rapport aux matins d'automne.

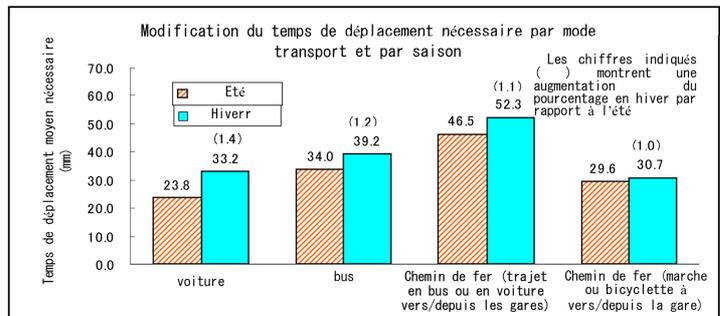


Figure 2 Comparaison des vitesses de déplacement entre les différents modes de transport en hiver

La vitesse de déplacement à l'intérieur du boulevard de ceinture où se concentre le trafic le plus important est inférieure à celle du trafic extérieur, automne comme hiver, et le taux de diminution quand on passe de l'automne à l'hiver y est plus important.

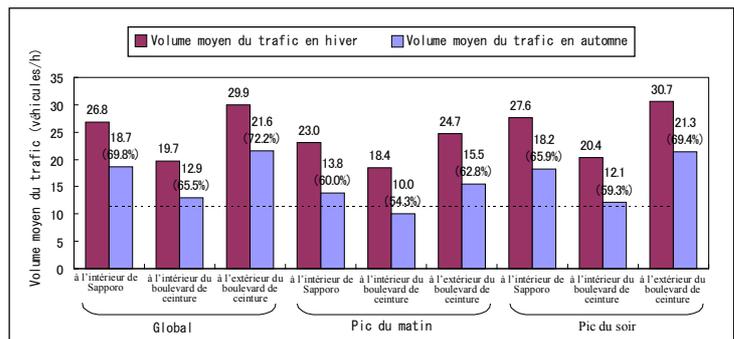


Figure 3 Vitesse de déplacement en hiver

3. ITS pour les régions froides et enneigées

3.1 Utilisation active des technologies ITS (système de transport intelligent)

Les principaux problèmes de circulation routière dans les régions froides et enneigées peuvent se diviser en trois, comme représenté dans le tableau de droite. Ces trois dangers, à l'origine de congestion du trafic et d'accidents nécessitent une gestion efficace. Dans l'avenir, au-delà de l'amélioration classique de la gestion du réseau routier l'hiver, nous envisageons de promouvoir une conduite plus agréable et plus sûre l'hiver, en utilisant de manière active les technologies ITS (système de transport intelligent).

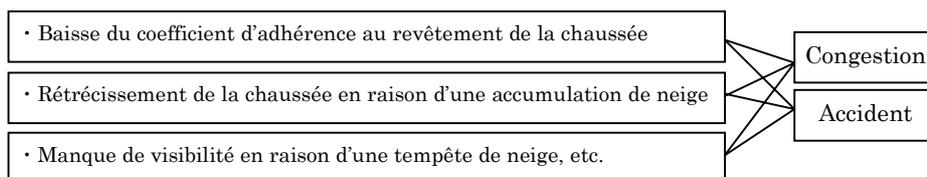


Figure 4 Les principaux problèmes de circulation routière dans les régions

3.2 Développement des systèmes à données numériques (Développement du système de prévision des chutes de neige)

En ayant pour principale priorité de s'affranchir des problèmes associés à l'hiver et à la neige, la ville de Sapporo est en train de mettre au point des sous-systèmes dans le cadre du système d'informations sur les chutes de neige dont le développement a démarré en 1988. Le système d'informations sur les chutes de neige, qui utilise des données issues de capteurs (données numériques) se divise approximativement en un système de prévision des chutes de neige et en un système de détection des chutes de neige, de la couverture neigeuse et de formation du verglas. Ils comportent quatre sous-systèmes.

1) Système de prévision des chutes de neige

Ce système permet de prévoir et de connaître l'importance des chutes de neige, les températures, la vitesse des vents et d'autres éléments susceptibles de congestionner le centre de Sapporo. Ce système, utilisé pour les opérations de déneigement, comporte des prévisions à long terme (à 12 heures) et des prévisions à court terme (à 3 heures).

2) Sous-système de prise en charge des opérations de déneigement

Ce système identifie globalement l'état des opérations de déneigement (déneigement des axes de circulation, déneigement des trottoirs, transport et évacuation de la neige) à l'intérieur de la ville; il prend également en charge la planification des opérations de déneigement en étant relié aux prévisions à court terme et à long terme.

3) Sous-système à multi-capteurs

Ce système d'observation météorologique de surface, automatique et compact, intègre

différents capteurs météorologiques. Installé en 50 points, avec un maillage d'environ 5 km, il permet de traiter par une analyse composite les données radars météorologiques et de comprendre de manière précise les conditions environnementales.

4) Sous-système de contrôle du chauffage des routes

Associé aux données des multi-capteurs et des prévisions météorologiques, ce système contrôle efficacement et surveille collectivement le chauffage au centre ville tout en permettant simultanément de réaliser des économies d'énergie.

3.3 Développement des systèmes fonctionnant avec des images caméra

Un système de prévision des chutes de neige couvrant la totalité de la ville a été installé afin de recueillir des données numériques et de les analyser. Dans l'avenir, nous planifions de développer des systèmes fonctionnant avec un nombre accru de données d'images localisées. Plus précisément, nous pensons effectuer les actions suivantes:

- (1) Sélectionner les points où les conditions de circulation doivent être identifiées de manière exhaustive. Ce sont notamment les principaux points de circulation ayant un trafic dense ou sérieusement congestionné ainsi que les points qui sont souvent le théâtre d'accidents.
- (2) Installer des caméras de télévision industrielle (CCTV) ou des capteurs d'environnement (détecteurs de verglas, enregistreurs de visibilité, etc.) au niveau de ces points.
- (3) Construire un réseau de systèmes de détection et installer des systèmes de surveillance au niveau de tous les centres routiers chargés de la gestion du trafic et du déneigement ainsi qu'au niveau de l'Hôtel de ville.
- (4) Détecter automatiquement les conditions du revêtement de la chaussée et l'épaisseur de la neige accumulée en analysant les images produites par les caméras CCTV.

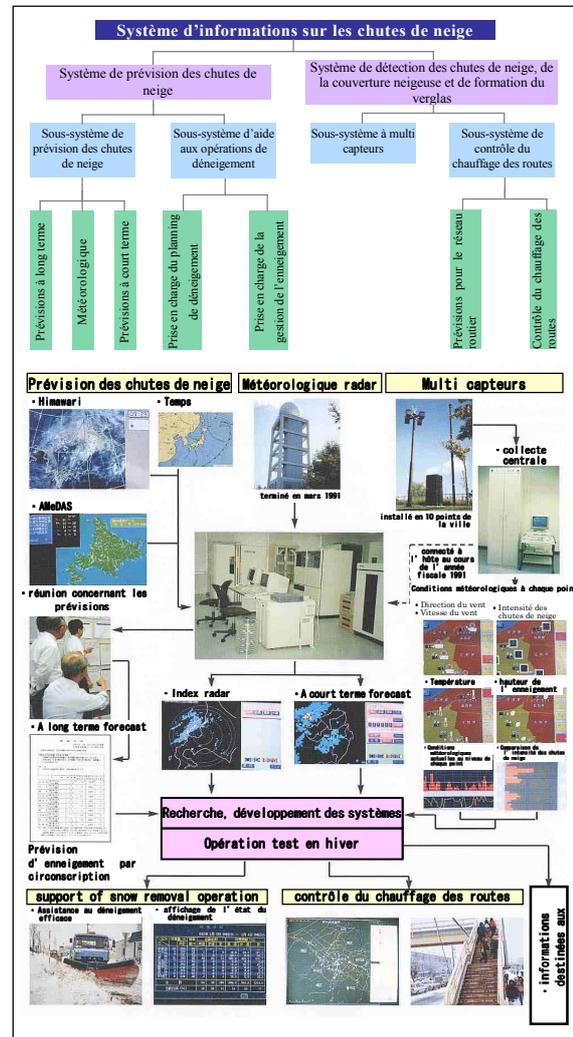


Figure 5 Système d'informations sur les chutes de neige

4. Concept de développement du système de caméra CCTV

4.1 Concept de développement

En faisant appel à des systèmes utilisant des caméras CCTV pour les systèmes à développer, nous envisageons de construire ces derniers comme un tout en les reliant fonctionnellement entre eux.

4.2 Programme de développement des systèmes

Le programme de développement des systèmes fonctionnant avec des caméras CCTV est décrit ci-dessous.

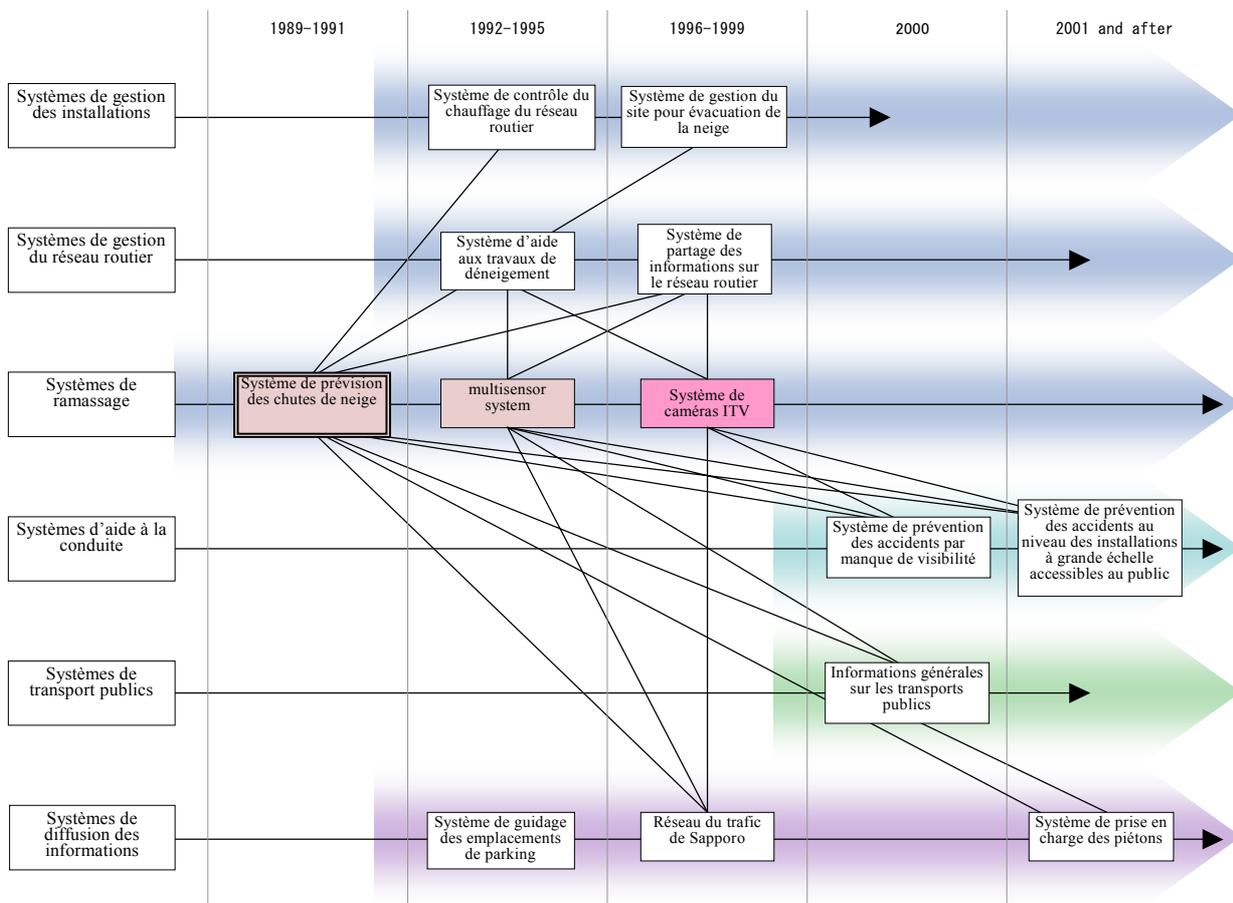


Figure 6 Le programme de développement des systèmes

5. Groupe de systèmes fonctionnant avec des caméras de télévision industrielle (CCTV)

5.1 Système de gestion des chaussées verglacées

5.1.1 Concrétisation du risque de chaussée glissante

Depuis l'entrée en vigueur en avril 1991 de la réglementation, les pneus-neige ont supplanté les pneus cloutés et la pollution de l'air par de grosses particules a de ce fait considérablement diminué. Toutefois, sur les axes routiers interurbains ou en ville, là où le trafic est dense, les problèmes de chaussée glissante dus à la neige compactée et au verglas, les accidents par dérapage ainsi que les congestions de trafic sont devenus des préoccupations sociales graves. Même les conducteurs prudents trouvent qu'il est difficile de démarrer et de s'arrêter sur de telles routes et les accidents provoqués par un véhicule qui glisse et les bouchons entravent souvent l'écoulement du trafic. A l'évidence, une gestion du réseau routier beaucoup plus intensive s'impose en hiver.

En association avec les patrouilles routières et les systèmes d'informations météorologiques, des mesures telles que le déneigement et l'évacuation de la neige, l'épandage d'agents antigels (acétate de calcium et de magnésium, etc.) ont été prises pour faire face à ces problèmes. Toutefois, avec seulement quelques patrouilles par jour et compte tenu de la précision limitée des prévisions météorologiques, une solution efficace demeure illusoire. Le défi à relever notamment est la situation actuelle où seules les patrouilles sont à même d'apporter des éclaircissements sur les changements constants de l'état de la surface des routes l'hiver. Ces limites rendent difficile la gestion rapide des problèmes.



Figure 7 Image des conditions météorologique et du revêtement de la chaussée

5.1.2 Le système de gestion des chaussées verglacées

Le système de gestion des chaussées verglacées utilisant des caméras de télévision industrielle (CCTV) permet une compréhension précise des conditions in-situ en temps réel. Il fait appel à des caméras CCTV installées aux carrefours afin de surveiller à distance la formation de verglas sur le revêtement de la chaussée mentionnée ci-dessus et l'accumulation de neige provoquée par le déneigement. Il constitue un outil précieux pour les opérations de déneigement et d'évacuation de la neige

ainsi que pour la pré-application d'agents antigel, ce qui constitue des étapes importantes vers une gestion performante et efficace du réseau routier l'hiver.

Actuellement, les installations nécessaires à la transmission des images sont en cours de construction. A titre d'exemple, un réseau de fibres optiques qui pourrait être utilisé pour la gestion du réseau routier à l'intérieur de la ville, est actuellement à l'étude.

Toutefois, le système n'est pas nécessairement efficace pour les agents chargés de surveiller toutes les images CCTV provenant des caméras installées dans la ville. Les systèmes futurs devront pouvoir traiter automatiquement des images, détecter automatiquement les routes peu sûres ainsi que les conditions du revêtement de la chaussée et avertir les usagers.

En outre, l'utilisation des informations produites par les images permet de saisir des conditions uniquement en certains points spécifiques en raison du nombre limité d'endroits où il est possible d'installer des caméras CCTV. Un enjeu futur consiste à faire évoluer le système en y incorporant une technologie de cartographie thermique et un véhicule d'observation afin de prévoir les conditions du revêtement de la chaussée sur des zones étendues et non plus seulement en des points spécifiques.

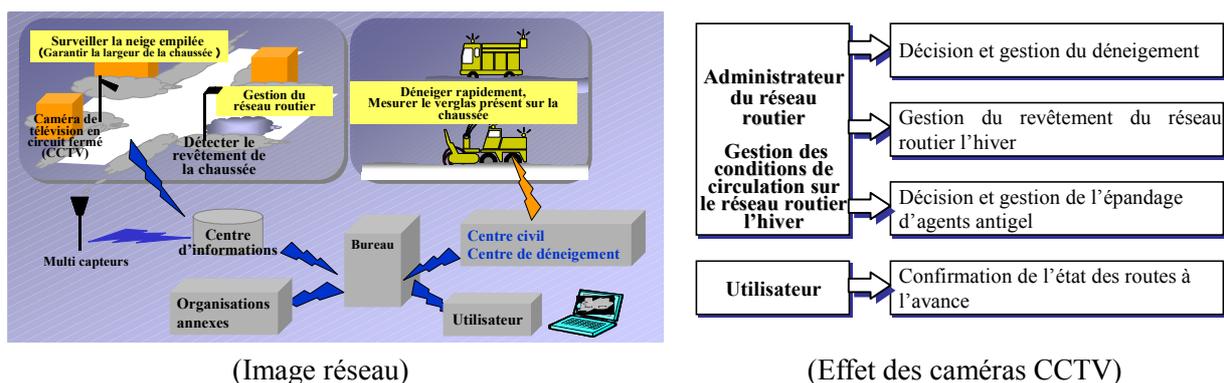


Figure 8 Le système de gestion des chaussées verglacées

5.2 Système de prévention des accidents dus au manque de visibilité

On s'attend à une augmentation du trafic sur la route départementale reliant Sapporo à Tobetsu, un grand axe routier interurbain, à six voies dans Sapporo. Il est absolument nécessaire de prendre au plus vite des mesures contre le manque de visibilité et les tempêtes de neige qui surviennent sur certaines parties de cette route l'hiver.

Bien que l'amélioration des dispositifs tels que des forêts faisant écran à la neige et des paravalanches soit reconnue comme une mesure de lutte permettant de faire face à ces problèmes, il demeure difficile d'en installer sur les axes routiers en zone urbaine.

En conséquence, un système utilisant des images en temps réel, transmises par des caméras CCTV et des capteurs d'observation météorologique déjà disponibles a été mis au point afin de compléter le travail des patrouilles traditionnelles intermittentes et d'apporter une aide efficace pour le déneigement et l'évacuation de la neige.

En outre, les panneaux d'informations routières installés aux principaux carrefours informent

les conducteurs sur les conditions de circulation sur ce tronçon de route et sur les travaux de déneigement et d'évacuation de la neige en cours. Les conducteurs peuvent ensuite choisir d'emprunter un itinéraire différent.

En outre, le système guide les conducteurs en toute sécurité pendant les périodes de faible visibilité par l'intermédiaire de délinéateurs lumineux sur les bandes centrales. Comme ces délinéateurs sont asservis à des visibilimètres, ils commencent à fournir la luminosité nécessaire dès l'apparition d'une faible visibilité.

Le système mis en place sur la route reliant Sapporo à Tobetsu comporte les trois fonctions suivantes :

a) Réglage de l'émission de lumière et de la luminosité des délinéateurs

A l'aide de visibilimètres et de luminancemètres, ils se règlent automatiquement en fonction des conditions de visibilité et de la luminosité ambiante afin de produire un éclairage optimal pour les conducteurs.

b) Surveillance en temps réel des conditions du site.

L'obtention en temps réel des conditions in-situ est rendue possible par la transmission des images provenant des caméras CCTV à l'Hôtel de ville, au Centre des travaux publics de chaque circonscription, etc.

c) Affichage des informations sur des tableaux d'informations



Figure 9 Etat du manque de visibilité

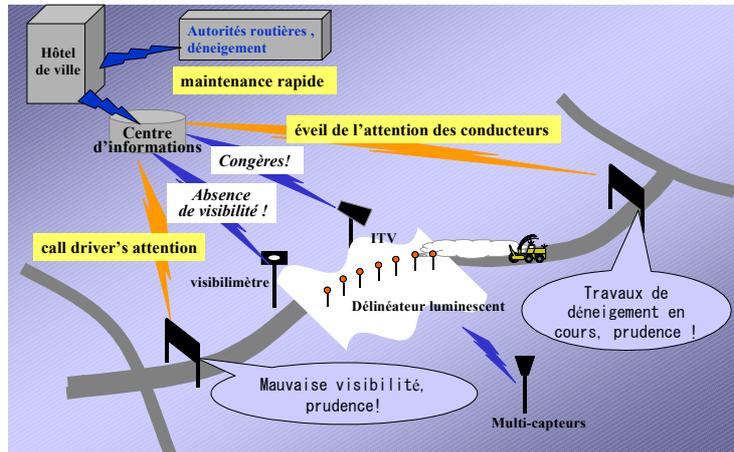


Figure 10 Système de prévention des accidents dus au manque de visibilité



Figure 11 Condition des délinéateurs lumineux

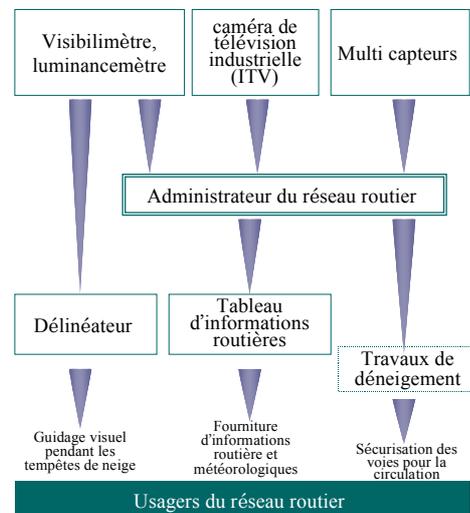


Figure 12 Flux d'informations: Route Fushiko-Takuhokukita

A partir des images produites par les caméras CCTV et des conditions de visibilité, le Centre des travaux publics de chaque circonscription actualise à distance le contenu des tableaux d'informations. Par ailleurs, des messages d'avertissement destinés aux conducteurs s'affichent automatiquement en fonction des conditions de visibilité.

5.3 Système de protection contre la neige

La route Otaru-Jozankei qui part de Jozankei, Sapporo, jusqu'à la station de ski internationale de Sapporo pour atteindre ensuite la ville d'Otaru est un axe routier interurbain, d'une longueur d'environ 34,5 km.

Cette route était dans le passé fermée à la circulation en hiver entre la station de ski internationale de Sapporo et Otaru. Néanmoins, elle a été ouverte en permanence au cours de l'année fiscale 2000, suite à des mesures de lutte contre les effets de la neige, avec notamment la construction d'un tunnel au niveau d'un col et l'installation de paravalanches.

Toutefois, il est nécessaire de mettre en place d'autres mesures routières en hiver car l'enneigement de la station de ski internationale de Sapporo avoisine les 17 mètres et des avalanches se produisent régulièrement à la fin de l'hiver. Malgré le renforcement de la surveillance du réseau routier par des patrouilles et des autres mesures similaires mises en œuvre, ces efforts ont leurs limites. C'est pourquoi, pour prendre en charge une conduite en toute sécurité, nous avons développé un système qui surveille en temps réel et à distance les conditions de circulation sur le réseau routier à l'aide des observations météorologique ou de caméras CCTV et qui fournit correctement ces informations aux conducteurs par l'intermédiaire des tableaux d'informations routières.

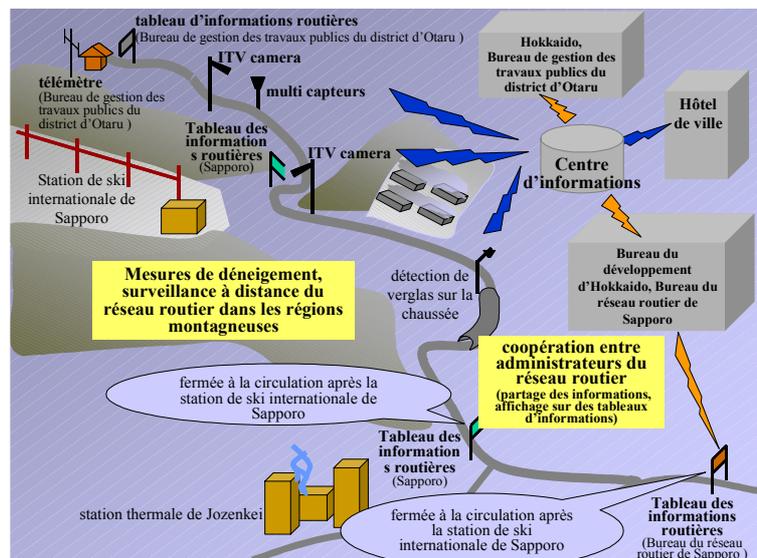


Figure 13 Système de protection contre la neige

6. Conclusion

A Sapporo, l'environnement naturel rigoureux, que l'on ne rencontre nulle part ailleurs pour une ville de cette taille, implique que soit mise en place dans les délais les plus brefs une gestion totale du réseau routier en hiver si l'on veut que Sapporo soit considérée comme une ville nordique parfaitement habitable.

Sapporo a mis en service opérationnel un système d'informations sur les chutes de neige, bien avant d'autres villes. Ce système favorise l'efficacité et la réduction du travail de déneigement et d'évacuation de la neige et s'est révélé particulièrement efficace pour réduire les coûts du déneigement.

Le concept de mise en réseau des informations de Sapporo a fait l'objet d'un avant-projet en 1997 à Sapporo et l'amélioration des systèmes d'informations ainsi que le partage des informations a pour résultat de favoriser un partenariat entre les habitants ou les sociétés et l'administration.

Le développement d'un système de transport intelligent (ITS) pour les régions froides et enneigées de Sapporo devrait nous permettre de développer avec succès des systèmes de gestion du réseau routier l'hiver qui utilisent des caméras CCTV, avec le système d'informations sur les chutes de neige comme base. De cette façon, nous espérons promouvoir le système ITS pour les régions froides.

Il est prévu que ces systèmes comportent un projet principal qui favorise la mise en réseau des informations à Sapporo, ce qui apparaît comme une occasion de sérieusement promouvoir l'ITS.

References

- 1) Conference for Research on Comprehensive Traffic System for Urban Areas of Central Hokkaido (Ministry of Construction, Hokkaido Development Bureau, Hokkaido Government, City of Sapporo): The Third Report of the Person-Trip Survey in the Urban Region of Central Hokkaido. (Conférence pour la Recherche sur les systèmes globaux de circulation dans les zones urbaines du centre d'Hokkaido (Ministère de la construction, Bureau du développement d'Hokkaido, Gouvernement d'Hokkaido, Ville de Sapporo). (Troisième rapport d'enquête usager – déplacement dans la région urbaine du centre d'Hokkaido)
- 2) City of Sapporo: Report of the Sapporo ITS Promotion Basic Plan, 1999. (Ville de Sapporo: rapport sur la planification de base de la promotion du système ITS de Sapporo, 1999.)
- 3) City of Sapporo: Report of the Examination of the Road Information Collection and Management System, 1999. (Ville de Sapporo: rapport d'analyse du système de gestion et de collecte des informations routières, 1999.)