

DEVELOPPEMENT DE DENEIGEUSES A HOKKAIDO

HAYASHI Katsuyoshi*, NOMURA Hiroshi**, KATADA Yutaka***

*Directeur

**Directeur du service technique, Centre de prévention des catastrophes et de technique, Département de promotion du développement, Bureau de développement régional de Hokkaido, Ministère du territoire, de l'infrastructure et des transports
2-8-3-1, Tsukisamu Higashi, Toyohira-ku, Sapporo 062-8511, Japon
Tél : +81-11-851-4111, Fax : +81-11-851-7806
Courriel : hayashi-k22aa@hkd.mlit.go.jp, nomura-h22aa@hkd.mlit.go.jp

***Premier conseiller, Centre de la technique de gestion routière de Hokkaido
20, Kita-7 Nishi-2, Kita-ku, Sapporo 060-0807, Japon
Tél : +81-11-736-8577, Fax : +81-11-736-8578
Courriel : katada@rmec.or.jp

1. Résumé

A l'heure actuelle, le déneigement routier est effectué principalement par des machines et les points essentiels suivants sont exigés des déneigeuses : rapidité et efficacité, qualité de déneigement élevée et sécurité assurée. A la suite de l'interdiction des pneus cloutés pour résoudre le problème de la pollution par les poussières et d'autres facteurs, il est également indispensable d'améliorer la technique de gestion routière, de prendre en particulier des mesures antigel sur les surfaces extrêmement glissantes et de remplacer les pneus cloutés pour les déneigeuses. Il est également nécessaire de répondre à diverses exigences, par exemple une meilleure efficacité de déneigement pour faire face au trafic à grande vitesse sur les grands axes routiers de haut standard et la simplification et l'automatisation des travaux induites par le manque d'opérateurs expérimentés.

Dans ce contexte, nous présentons dans ce rapport les déneigeuses mises au point jusqu'ici par le Bureau de développement régional de Hokkaido dont 1) camions et tracteurs de déneigement et chasse-neige rotatifs à grande vitesse, 2) chasse-neige rotatifs à chargement sur simple piste et 3) camions de déneigement à air pulsé (pour pont suspendu) ainsi que la situation actuelle du déneigement par machine.

2. Introduction

Hokkaido se situe entièrement en région enneigée et froide ; les conditions exceptionnellement sévères avec de fortes chutes de neige dans une préfecture comptant une grande agglomération comme Sapporo sont uniques au monde.

Pour faire face à cette caractéristique régionale, le Bureau de développement régional de Hokkaido met activement au point des déneigeuses en vue d'une meilleure efficacité de déneigement routier et joue un rôle de leader en la matière par le biais de sa gestion des routes nationales.

3. Caractéristiques météorologiques de Hokkaido

Hokkaido est une vaste préfecture aux communautés très dispersées mais dont la population de 5,69 millions est concentrée dans les villes principales : Sapporo 1,82 million, Asahikawa 360 000 et

Hakodate 290 000.

La température moyenne de ces grandes villes de Hokkaido est au-dessous de zéro en hiver et celle d'Asahikawa en particulier est au-dessous de -5°C . Les chutes de neige s'observent sur plus de 70 jours sur la côte Pacifique où il neige relativement peu et sur plus de 120 jours du côté de la mer du Japon où il neige beaucoup. La couverture de neige maximale est de 100 cm à Sapporo et de 94 cm à Asahikawa (figure 1).

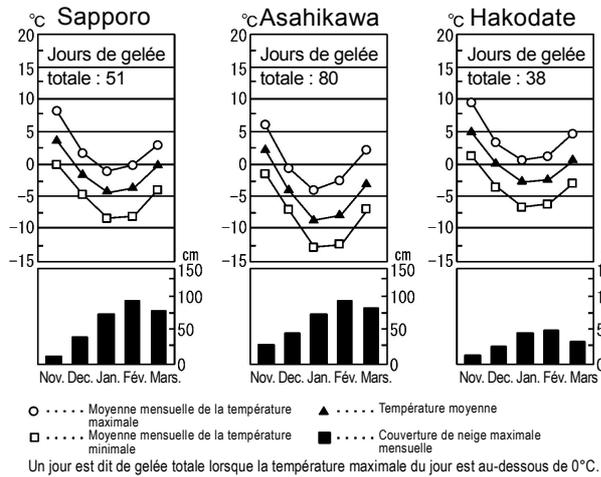


Figure 1 : Climat hivernal des villes principales



Figure 2 : Tronçons de routes nationales déneigées

4. Situation actuelle du déneigement mécanique

Le réseau routier total de Hokkaido est, au 1er avril 2000, de 87 212 km dont 450 km d'autoroutes nationales, 6 400 km de routes nationales (grands axes de haut standard inclus) (figure 2), 11 651 km de routes préfectorales et 68 711 km de routes municipales.

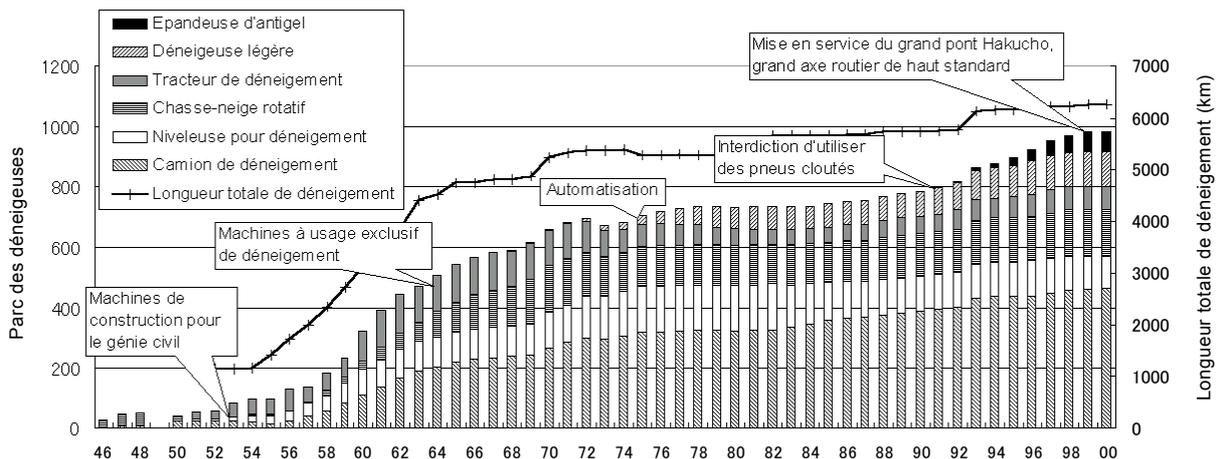


Figure 3 : Evolution de la longueur totale de déneigement et du parc des déneigeuses du Bureau de développement régional de Hokkaido

A Hokkaido, le déneigement mécanique a débuté en 1945 sur d'abord 55 km de routes nationales ordinaires. Le parc des déneigeuses a augmenté de pair avec le prolongement des tronçons à déneiger, passant de 29 à 983 (figure 3). Avec l'évolution suivante des engins : des machines de construction pour le génie civil étaient utilisées vers 1955, des machines à usage

exclusif de déneigement ont été mises en service vers 1965 et les déneigeuses ont été progressivement automatisées à partir de 1975 environ ; l'augmentation de la puissance motrice et des performances étant recherchée.

De nos jours, des déneigeuses de précision sont affectées au maintien des voies de circulation en zone urbaine, à l'élimination du verglas des accotements, à l'évacuation assurée de la neige et au traitement des surfaces routières extrêmement glissantes apparues après l'interdiction des pneus cloutés en 1990.

Comme l'indique la liste des déneigeuses appartenant au Bureau de développement régional de Hokkaido en 2000 (tableau 1), les camions de déneigement de haute vitesse et de grande capacité représentent la moitié du parc total (figure 4), ceci pour tenir compte des distances considérables entre les agglomérations, une des caractéristiques régionales de Hokkaido.

La plupart des déneigeuses utilisées sont affectées à un certain site avec une méthode d'opération donnée selon le type de leur équipement (tableau 2).

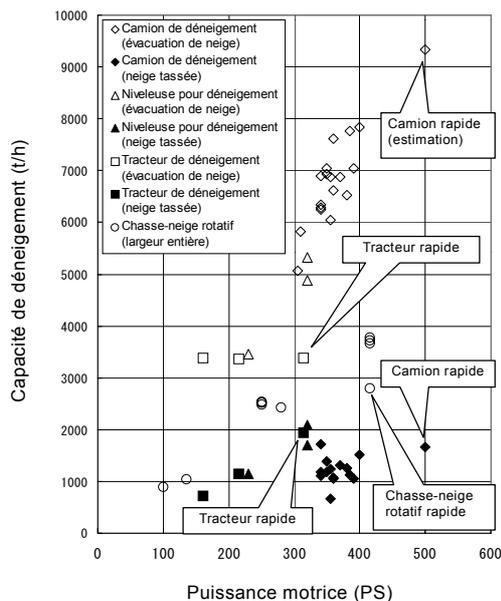


Figure 4 : Capacité des déneigeuses

Tableau 1 : Parc des déneigeuses en 2000 (Bureau de développement régional de Hokkaido)

Camion		Niveleuse		Chasse-neige rotatif		Tracteur	Petite déneigeuse		Epandeuse		Total
7t	10t	4,0m	Rapide	200PS	400PS	13tU	R&B	R	4,0m ³	2,5m ³	
96	366	65	45	90	62	77	110	4	26	42	983

Tableau 2 : Esquisse des déneigeuses

Tronçon à déneiger	Déneigeuse		Equipement de déneigement	Remarques
Chaussée	Type lame à neige	Camion	Lame en I et dispositif niveleur	Lame en I : pour la neige fraîche
			Lame en I, dispositif niveleur et aileron	Dispositif niveleur : pour la neige tassée
			Lame en I, dispositif niveleur et Mackley	Aileron : pour élargir la voie et trottoir
			Lame en I, dispositif niveleur, aileron et Mackley	Mackley : pour amasser la neige
	Niveleuse	Dispositif niveleur		
		Dispositif niveleur et aileron		
Tracteur	Lame porteuse			
	Type rotatif	Chasse-neige	400 PS	Pour élargir la voie
			200 PS	Pour élargir la voie et évacuer la neige
			A chargement sur simple piste	Pour évacuer la neige
Trottoir	Petite déneigeuse		100 PS, rotatif et avec lame	
Surface verglacée	Epandeuse d'antigel		2,5m ³ , 4,0m ³	Dispositifs à équiper sur machine également disponibles
	Appareil à canneler		Sur les camions et niveleuses	

5. Problèmes à résoudre du déneigement mécanique et développement technique

Les activités sociales et économiques sont menées dans des conditions climatiques sévères en hiver à Hokkaido à cause de la neige et du froid ; une viabilité sûre et stable tout au long de l'année est donc essentielle. Avec l'arrivée de la société vieillissante, une exigence opérationnelle de 24 heures sur 24 en cas d'urgence et les embouteillages en zone urbaine, la gestion des routes nationales, noyaux des grands axes, devient de plus en plus importante. En outre, le prolongement des grands axes routiers de haut standard pour la circulation à grande vitesse, l'évolution vers une société informatique sophistiquée et les exigences communautaires pour la réduction des coûts et l'environnement nécessitent également des mesures au niveau de la technologie de déneigement. On peut énumérer concrètement les points suivants.

- 1) Déneigement plus rapide et plus efficace pour faire face à la circulation à grande vitesse
- 2) Mesures renforcées contre le verglas et développement de technologie antigel
- 3) Technique de déneigement permettant d'améliorer la qualité de vie urbaine comme la sécurité des trottoirs et des intersections
- 4) Technologie de déneigement tenant compte des problèmes environnementaux comme le gaz d'échappement et le bruit
- 5) Technologie de déneigement adaptée à l'informatisation sophistiquée
- 6) Automatisation visant à améliorer la sécurité et l'efficacité

Dans ce contexte, le Bureau de développement régional de Hokkaido a abordé et mis au point diverses technologies. Nous en présentons ci-dessous quelques exemples.

5-1. Déneigeuses toujours plus rapides

L'aménagement du réseau autoroutier progressant récemment, la vitesse limitée des véhicules ordinaires sur les grands axes routiers de haut standard actuellement mis en service est de 70 à 100 km/h. A l'aube de l'ère de la circulation à grande vitesse, des travaux de déneigement plus rapides et plus efficaces sont demandés et les exigences envers les déneigeuses se diversifient ainsi de plus en plus.

Pour faire face à ces exigences, le Bureau de développement régional de Hokkaido vise à mettre au point et en pratique des déneigeuses toujours plus rapides.

(1) Développement de camions de déneigement à grande vitesse

Actuellement les camions sont les outils majeurs dans le déneigement à Hokkaido et le Bureau de développement régional de Hokkaido a mis au point un camion de déneigement rapide permettant un déneigement sûr et stable (photo 1 et tableau 3).

Ce camion de déneigement rapide a pour caractéristiques l'adoption de deux essieux moteurs avant et deux essieux moteurs arrière permettant de minimiser les effets des efforts latéraux et l'augmentation de la puissance motrice afin d'assurer la stabilité lorsqu'ils sont mis en oeuvre à grande vitesse. L'efficacité des travaux a été également améliorée avec l'adoption d'équipement de

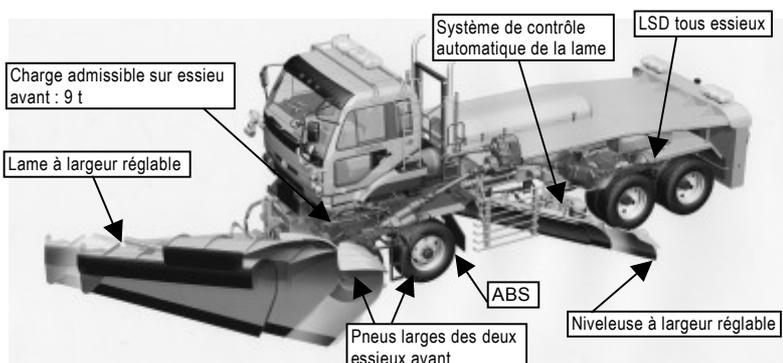


Photo 1 : Camion de déneigement à grande vitesse

déneigement plus large. Cette mise au point permet un déneigement de la neige fraîche à une vitesse d'environ 70 km/h et nous promet une réduction des coûts par l'élargissement de la portée du déneigement (figure 5).

Tableau 3 : Spécification des déneigeuses

	Standard	Type rapide	Type conventionnel
Performance	Largeur de déneigement (lame à neige)	4,5-3,2m	2,9m
	Largeur de surface nivelée	4,5-3,1m	2,9m
	Vitesse maximale	100km/h	80km/h
	Diamètre de braquage minimal	11,8m	10,6m
Caractéristiques	Longueur	11,98m	11,97m
	Largeur	3,2m	3,1m
	Hauteur	3,75m	3,7m
	Poids total du véhicule	24 950kg	18 715kg
	Poids à vide		
	Poids sur essieux avant	12 160kg	5 970kg
	Poids sur essieux arrière	12 680kg	12 580kg
Moteur		367kw(500ps)	256kw(350ps)
Dispositif de roulement	Type	8x8 permanent	6x6 partiel
	Frein	ABS, LSD	-
Pneus équipés	Type	Pneus sans clous	Pneus cloutés
	Roues avant	365/70R22,5	315/80R22,5
	Roues arrière	12R22,5-16PR	12R22,5-16PR
Dispositif de déneigement	Lame	En I, largeur réglable	En I, largeur fixe
	Dispositif niveleur	Contrôle automatique	-
Détecteur d'obstacles frontaux		Radar à onde millimétrique	-

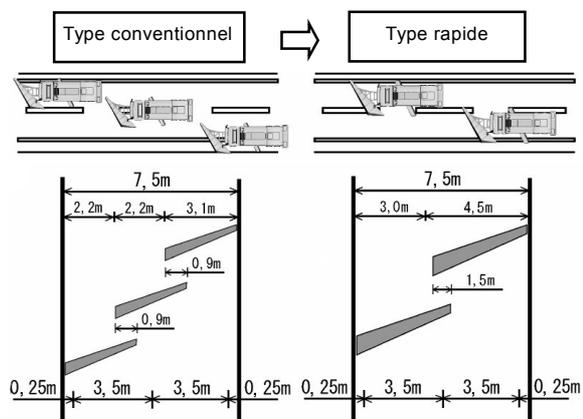


Figure 5 : Déneigement en migration d'voies des camions

(2) Développement de chasse-neige rotatifs à grande vitesse

Affectés dans les tronçons de banlieue et les zones de fortes chutes de neige comme les régions montagneuses, les chasse-neige rotatifs sont principalement utilisés pour élargir la voie mais leur opération peu rapide gêne la circulation.

Le Bureau de développement régional de Hokkaido a donc cherché à diminuer leur largeur et à accélérer leur vitesse de déneigement et de circulation et mis au point et en service un chasse-neige rotatif à grande vitesse en 1992 (photo 2 et figure 4).

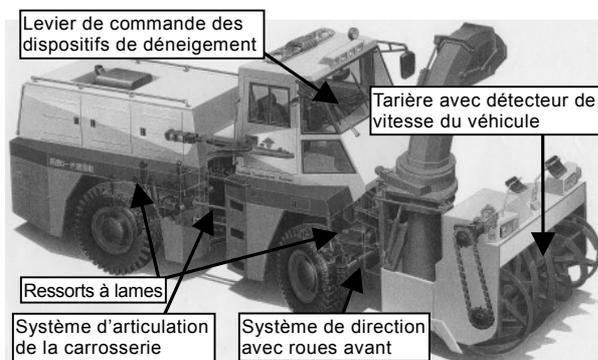


Photo 2 : Chasse-neige rotatif à grande vitesse

L'adoption d'une tarière avec détecteur de vitesse du véhicule et d'un système de direction avec roues à pivot verrouillé a permis d'accélérer la vitesse de déneigement, antérieurement de l'ordre de 12 - 13 km/h, à 20 km/h et la vitesse de circulation de 30 km/h à 70 km/h. Une diminution de leur largeur de 260 cm à 240 cm a également rendu possible un soulagement des embouteillages et une amélioration de la

Tableau 4 : Spécification des chasse-neige rotatifs

	Standard	Type rapide	Type conventionnel
Performance	Capacité maximale de déneigement	2 800t/h	3 000t/h
	Vitesse maximale de déneigement	20km/h	13km/h
	Vitesse maximale de circulation	70km/h	40km/h
	Largeur maximale de déneigement	2,4m	2,6m
Caractéristiques	Diamètre de braquage minimal	Articulation de la carrosserie	7,5m
	Direction avec roues avant	10,5m	7,1m
Caractéristiques	Longueur	8,24m	8,27m
	Largeur	2,40m	2,60m
	Hauteur	3,67m	3,49m
	Poids total du véhicule	17 410kg	15 865kg
Moteur		305kw(415ps)	301kw(410ps)
Dispositif de roulement		Traction avant et arrière	Traction avant et arrière
Dispositif de direction	En oeuvre	Articulation de la carrosserie	Articulation de la carrosserie
	En circulation	Direction avec roues avant	Articulation de la carrosserie
Dispositif de suspension		Ressorts à lames avant et arrière	Ressorts à lames arrière seulement
Dispositif de déneigement	Type	Deux étapes	Deux étapes
	Traction de la tarière	Détection de vitesse du véhicule (hydraulique)	Association avec une soufflante (mécanique)
	Commande de la goulotte	Leviers de commande	Leviers commutateurs hydrauliques multiples



Photo 3 : Leviers de commande conventionnels

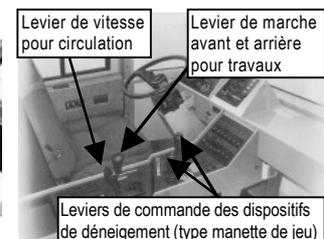


Photo 4 : Deux leviers de commande

Une diminution de leur largeur de 260 cm à 240 cm a également rendu possible un soulagement des embouteillages et une amélioration de la

sécurité.

En outre, le milieu de travail de l'opérateur travaillant à grande vitesse a été amélioré par l'aménagement d'un système de suspension (photo 2) et la concentration des leviers de commande des dispositifs de déneigement (photos 3 et 4).

(3) Développement de tracteurs de déneigement à grande vitesse

Les tracteurs de déneigement sont mis en service principalement pour la finition du déneigement primaire entre autres des intersections et le déneigement de certains lieux comme les rampes des grands axes routiers de haut standard. Leur faible vitesse de circulation jusqu'aux sites retarde leur travail et gêne la circulation des autres véhicules.

Le Bureau de développement régional de Hokkaido a donc cherché à accélérer leur vitesse de circulation et à améliorer leur capacité de déneigement et mis au point et en service un tracteur de déneigement à grande vitesse en 1995 (photo 5 et figure 5).

L'adoption d'un système de direction avec roues à pivot verrouillé et la mise au point de pneus non cloutés spécifiques ont permis de faire passer la vitesse de circulation, antérieurement de 30 km/h, à 70 km/h et l'élargissement de la lame en U à deux ailes réglables a permis d'augmenter leur capacité de charge de 30 %, améliorant ainsi l'efficacité du déneigement. En outre, le milieu de travail de l'opérateur travaillant à grande vitesse a été amélioré par l'aménagement d'un système de suspension, d'un amortisseur dynamique, etc.

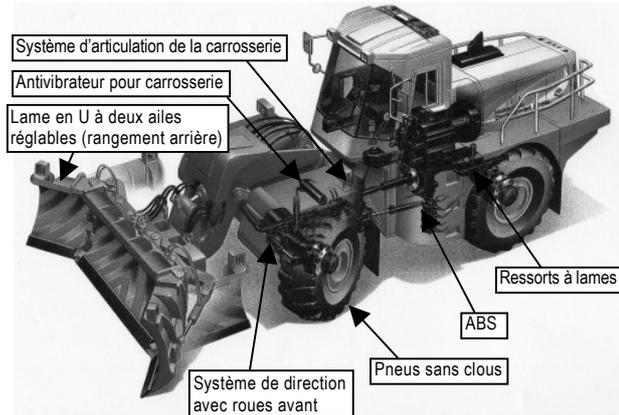


Photo 5 : Tracteur de déneigement à grande vitesse

Tableau 5 : Spécification des tracteurs de déneigement

		Standard	Type rapide	Type conventionnel
Performance	Vitesse maximale		70km/h	37km/h
	Diamètre de braquage minimal	Articulation de la carrosserie	5,42m	5,22m
		Direction avec roues avant	9,36m	
	Volume porté	6,4m ³	3,5m ³	
Caractéristiques	Longueur	7,88m	7,58m	
	Largeur	3,94m	3,7m	
	Hauteur	3,50m	3,55m	
	Poids total du véhicule	16 710kg	14 300kg	
Moteur		230kw(314ps)	128kw(175ps)	
Dispositif de roulement	Type		Traction avant et arrière	Traction avant et arrière
	Frein		ABS	-
Dispositif de direction	En oeuvre		Articulation de la carrosserie	Articulation de la carrosserie
	En circulation		Direction avec roues avant	
Pneus équipés		Pneus sans clous 20,5-25-12PR	Pneus cloutés 20,5-25-12PR	
Dispositif de suspension			Ressorts à lames	-
Antivibrateur pour carrosserie			Amortisseur dynamique	-
Dispositif de déneigement (Lame en U à deux ailes réglables)			Rangement arrière	Rangement avant

5-2. Développement de chasse-neige rotatifs à chargement sur simple piste

Affectés principalement en zone urbaine, les chasse-neige rotatifs sont utilisés pour élargir les routes et évacuer la neige. L'évacuation et le transport s'effectuant en parallèle par la combinaison de chasse-neige rotatifs et de camions à benne basculante (photo 6), la largeur nécessaire aux

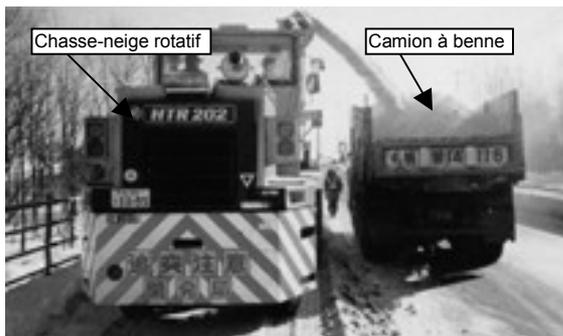


Photo 6 : Chargement parallèle

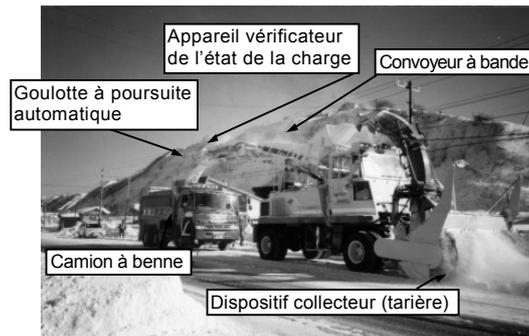


Photo 7 : Chargement sur simple piste et camion à benne

travaux est de plus de 5 m et gêne la circulation en zone urbaine. Le Bureau de développement régional de Hokkaido a recherché un chargement de neige en série sur une seule piste et mis au point et en service un chasse-neige rotatif à chargement sur simple piste (photo 7 et tableau 6).

Le chasse-neige rotatif comporte un dispositif de chargement de type convoyeur à bande, une goulotte à poursuite automatique et un appareil vérificateur de l'état de la charge assurant ainsi un chargement sûr du camion à benne qui le suit. Ceci permet un déneigement sur simple piste et soulage considérablement les embouteillages de la circulation.

Tableau 6 : Spécification du chargement sur simple piste

Performance	Capacité maximale de traitement	730m ³ /h
	Largeur maximale de déneigement	2,6m
	Hauteur avant du système de déneigement	1,53m
Caractéristiques	Vitesse maximale	40km/h
	Longueur (en circulation)	9,87m
	Largeur (dito)	2,6m
	Hauteur (dito)	3,76m
	Poids total du véhicule	17 900kg
Moteur		161kw(220ps)
Dispositif de roulement	Type	Traction toutes roues hydraulique
	Direction	Articulation hydraulique de la carrosserie
Dispositif de déneigement	Type	Deux étapes
	Tarière	2,376 × 1,2m
Dispositif de chargement	Type	Convoyeur à bande
	Dimensions de transport	0,9 m de largeur × 7,1 m de distance
	Vitesse de transport	230 m/mn
	Goulotte	Poursuite automatique
Etat de la charge	Appareil vérificateur	Caméra de télévision (en salle)
Dispositif vérificateur	Appareil de surveillance	Ecran de contrôle

5-3. Développement d'un camion de déneigement à air pulsé (pour pont suspendu)

Inauguré en 1997, le grand pont Hakucho est le plus grand pont suspendu des régions enneigées et froides du Japon avec une longueur de 1 380 m (photo 8). Situé dans une zone de vent violent en hiver, il est doté d'éperons profilés aux deux côtés de la route, saillant d'environ 4,5 m du côté extérieure du garde-corps, afin de maintenir sa stabilité aérodynamique (figure 6).

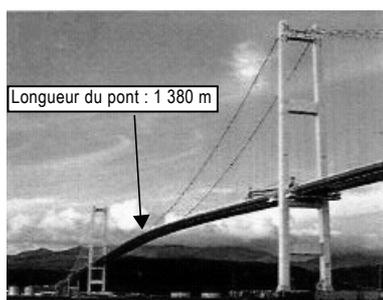


Photo 8 : Grand pont Hakucho

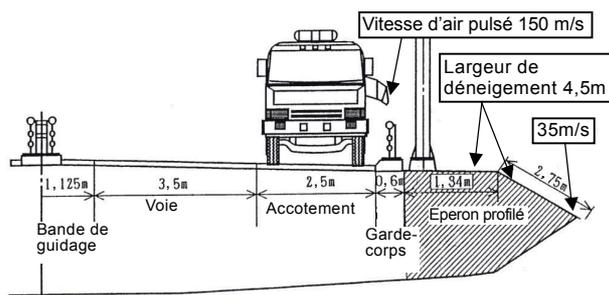


Figure 6 : Eperon profilé et camion de déneigement à air pulsé

Comme la performance des éperons se dégraderait en cas d'accumulation d'une grande quantité de neige et que des blocs de neige et de glace pourraient également tomber sur des bateaux passant sous la partie centrale du pont, un dégagement prompt et rapide des éperons est primordial.

Les éperons équipés de suspentes et de moyens d'éclairage rendant difficile l'utilisation de déneigeuses conventionnelles, force était donc de recourir à des travaux manuels comportant des risques. Le Bureau de développement régional de Hokkaido a alors étudié une machine pouvant

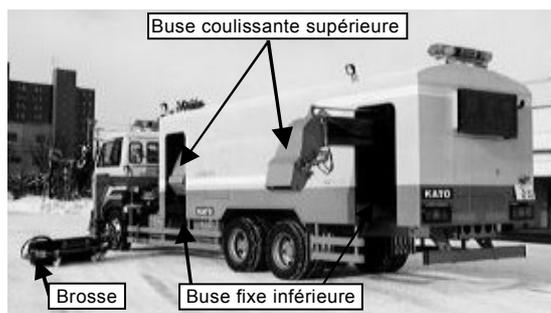


Photo 9 : Camion à air pulsé

Tableau 7 : Spécification du camion à air pulsé

Performance	Largeur maximale de déneigement	Air pulsé	4,59 m (gauche)
		Brosse	1,65 m (gauche)
	Vitesse de déneigement		2km/h
Caractéristiques	Buse (bouche de soufflage)	Vitesse maximale d'air pulsé	150 m/mn
		Débit maximum	500m ³ /s (par buse)
Dispositif de roulement	Longueur		11,05 m
	Largeur		2,49 m
	Hauteur		3,57 m
	Poids total du véhicule		19 525 kg
Moteur		Traction 2 roues avant et 4 roues arrière	
Soufflantes	En circulation		257kw(350ps)
	En oeuvre		305kw(415ps)
Buses	Type		Turbofan
	Quantité		2
Brosse	Dimensions		4 places
	Matière		Ø 0,45 × 1,65 m
	Longueur de coulissage		Polypropylène
			4,2 m au maximum

faire face à ce problème et mis au point un camion de déneigement à air pulsé (photo 9 et tableau 7).

Ce camion est doté d'un mécanisme de chasse de la neige en soufflant de l'air à 150 m/s au maximum par quatre bouches de soufflage (buses) installées à deux endroits dans les parties supérieure et inférieure du côté gauche du véhicule, ainsi que d'une brosse décollant la neige de l'éperon. Le déneigement du tronçon entier peut donc se faire en environ 90 minutes. Les photos 10 et 11 montrent des travaux de déneigement en pratique.



Photo 10 : Déneigement par air pulsé



Photo 11 : Déneigement par brosse

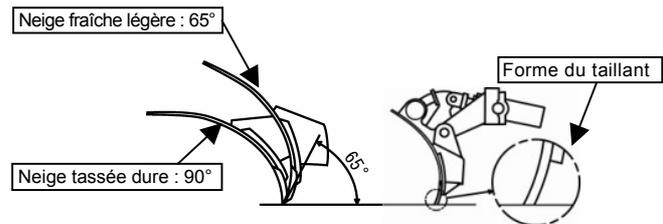


Figure 7 : Angle de coupe et taillant de la niveuse

5-4. Automatisation des déneigeuses (développement d'un système automatique de commande de la lame à neige pour les camions de déneigement)

La niveuse d'un camion de déneigement est le dispositif principal utilisé pour niveler la surface routière en neige tassée. Lorsque l'opérateur du camion manoeuvre la niveuse, il change l'angle de coupe en recourant à son expérience afin d'obtenir une pression linéaire adéquate de la lame selon la dureté de la neige de la surface routière (figure 7). L'angle de taillant de la lame doit en outre être délicatement changé pendant la coupe pour régler l'angle d'usure et cette opération demande une grande expérience. Le Bureau de développement régional de Hokkaido a donc mis au point un système automatique dans le but de permettre à des opérateurs peu expérimentés de manoeuvrer facilement la lame (photo 12).

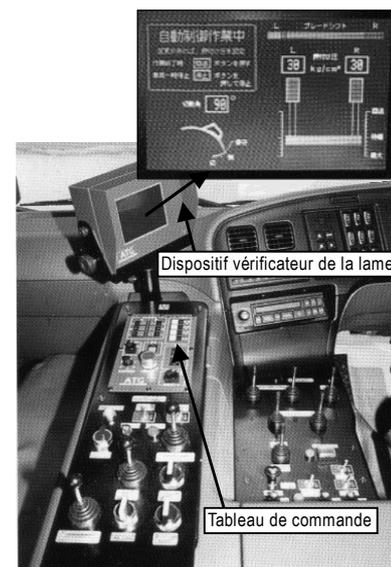


Photo 12 : Tableau de commande automatique de la lame

Ce système est constitué de 4 modes de pression linéaire de la lame et d'angle de coupe (neige tassée 1 à 3 et neige fraîche) et les opérations se font automatiquement par la commande des interrupteurs situés dans la cabine de l'opérateur. De plus, le réglage de l'angle d'usure de la lame a été automatisé.

Cette mise au point a permis de réduire le nombre de manoeuvres sur les leviers de 200 fois par heure jusqu'alors à un dixième et a rendu possible les manoeuvres sophistiquées de la niveuse à des opérateurs peu expérimentés.

6. Développement actuel des déneigeuses

Nous présentons ci-après les projets de développement de déneigeuses en cours.

- (1) Mise au point de déneigeuses spécifiques et établissement de méthodes de déneigement

Les déneigements spécifiques comme celui des seuils de passages pour piétons doivent être achevés en un temps limité entre le déneigement de la chaussée et l'heure de pointe. La plupart de ces opérations recourent actuellement à la main-d'oeuvre (photo 13). Nous menons donc des études techniques sur des déneigeuses (machines et dispositifs) entre autres pour les seuils de passages pour piétons permettant d'éliminer les travaux manuels pénibles et d'effectuer un déneigement mécanique sûr et rapide.

(2) Simplification des opérations

Pour améliorer la sécurité opérationnelle des déneigeuses et pour compléter la technique des opérateurs parmi lesquels se trouvent de moins en moins de personnes expérimentées, de nouvelles technologies sont en développement : mesure de coefficient de frottement (photo 14) à l'aide de capteurs à distance faisant appel à la technologie de reconnaissance de l'état de la route ; détecteurs de personnes, de structures et d'obstacles (figure 8) en cas de mauvaise visibilité causée entre autres par des chutes de neige.

(3) Sophistication de la gestion de déneigement mécanique

Le déneigement mécanique est actuellement géré à l'aide des enregistreurs de service installés sur les déneigeuses. Nous visons à sophistication dorénavant ce système pour un déneigement routier plus efficace et plus rapide en y intégrant les informations sur le déneigement et les situations routières et météorologiques (figure 9).

De plus, nous étudions des technologies de fonte et d'évacuation de neige respectueuses de l'environnement et l'introduction de petites déneigeuses exploitant le gaz naturel dans le cadre des mesures environnementales.

7. Conclusion

Dans un pays des neiges comme Hokkaido, la viabilité hivernale est un thème important pour soutenir une vie sociale sûre et agréable et développer des échanges riches entre les régions. Le déneigement mécanique y joue un rôle central et le jouera aussi au 21e siècle.

Il est donc incontournable pour enrichir l'avenir d'un pays des neiges de chercher un déneigement plus rapide, moins exigeant en main-d'oeuvre et plus facile à opérer, en bref un



Photo 13 : Déneigement manuel à un passage pour piétons



Photo 14 : Mesure de coefficient de frottement

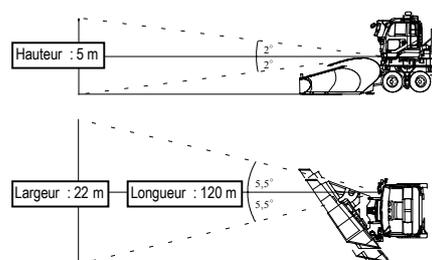


Figure 8 : Détecteur d'obstacles frontaux

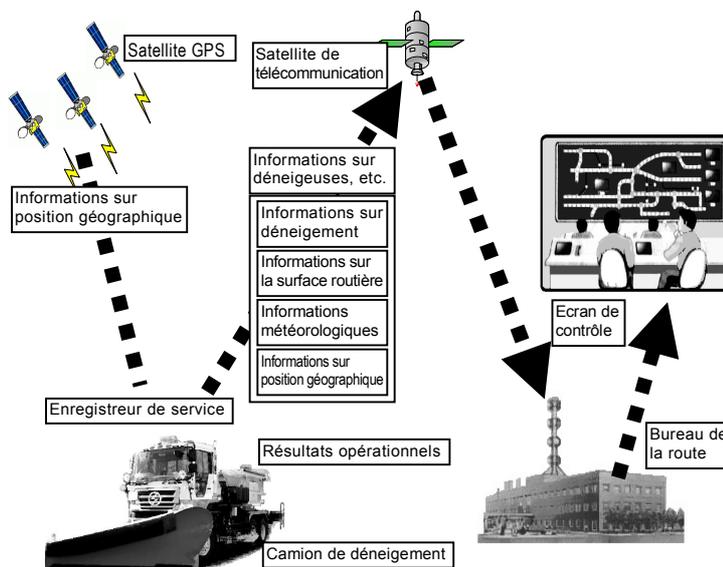


Figure 9 : Gestion avancée des opérations de déneigement mécanique

déneigement de haute qualité ainsi que d'établir un système opérationnel sophistiqué et efficace.

Dans ce contexte, nous avons présenté ci-dessus les déneigeuses récemment mises au point et utilisées en pratique et décrit le développement technique actuellement abordé. Nous espérons pouvoir contribuer au développement social des régions enneigées et froides à travers ces recherches.

Références

- (1) IWAMI Yoshiteru, « Sur les propositions de la "Réunion sur le thème des déneigeuses du 21e siècle" », Yuki n°16, juill.1994
- (2) NISHIGAYA Tadaaki, KADOUCHI Masanobu, « Approche envers l'affichage des performance des déneigeuses », Yuki n°23, avr.1996
- (3) « Evolution des déneigeuses au sein du Bureau de développement de Hokkaido », Centre d'ingénierie des machines de construction, mars 1980
- (4) « Gestion routière en hiver du Bureau de développement de Hokkaido », Centre de la gestion technique routière de Hokkaido, oct.1994
- (5) « Etudes et tests concernant les améliorations de performance des déneigeuses, Recueil 1 des présentations du 38e Colloque sur les recherches techniques du Bureau de développement de Hokkaido », Division des machines, Bureau de développement de Hokkaido et Centre d'ingénierie des machines de construction, fév.1994
- (6) ITABASHI Nobuaki, SATO Kenichi, « Etudes sur les déneigeuses destinées aux grands axes routiers de haut standard », Yuki n°40, juill.2000
- (7) TAKAHASHI Kiyoshi, HARADA Nobuyuki, SUMITA Noriyuki, « Développement de chasse-neige rotatifs à grande vitesse », Kenki Giho n°71, 1993
- (8) KONDO Tamotsu, GOUDA Minoru, YAMADA Shohi, « Sur le développement de tracteurs de déneigement à grande vitesse », 12e Symposium de technique pour les régions froides, nov.1996
- (9) SASAKI Chiko, HORIKAWA Ryuzo, SAWAGUCHI Shigeo, « Etudes et tests sur la performance d'un chasse-neige rotatif (à chargement sur simple piste), Kenki Giho n°68, nov.1990
- (10) UCHIYA Tetsuya, « Etudes et tests concernant le développement de déneigeuses destinées au grand pont Hakucho », Yuki no.30, janv.1998