

NOUVELLE MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MESURES CONTRE LES TEMPÊTES DE NEIGE PAR ESSAI EN SOUFFLERIE FROIDE ET ANALYSE D'IMAGE CCD

Toshimi Sato* ,Atsushi Sato** ,Makoto Murakuni*** and Masuyoshi Matsuda***

* Bureau d'ingénierie de Sendai, Section du
Tohoku,
Japan Highway Public Corporation (JH)
Goroku, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 989-3121, Japon.
TEL:022-226-5051, FAX:022-226-5054,
E-mail:toshimi_satou@gw.japan-highway .go.jp

*** Société japonaise d'ingénierie de la neige
(JSSE), (se référer à la biographie des auteurs)

** Groupe de recherches sur la neige et le verglas
NIED, Agence de science et technologie
Tokamachi, Shinjo Yamagata 996-0091, Japon.
TEL:0233-22-7550, FAX:0233-22-7554,
E-mail: asato@shinjo.bosai.go.jp

1. Introduction

La réduction de la visibilité en cas de tempête de neige est une des causes principales des accidents de la circulation et des routes barrées en hiver. Différentes mesures ont été prises, mais aucune méthode de sélection des caractéristiques détaillées efficace s'appuyant sur l'évaluation quantitative de la structure actuelle des routes et des conditions climatiques hivernales, n'a encore été établie.

Les auteurs ont construit des maquettes combinant divers pare-neige et structures des routes, ont créé des tempêtes de neige en tunnel aérodynamique froid, filmé avec la caméra CCD et analysé les images. Cela leur a permis d'obtenir des résultats d'étude importants sur la méthode d'évaluation quantitative concernant la variation de la visibilité avant et après l'exécution des mesures.

2. Essai en soufflerie froide

La Fig. 1 donne un aperçu du tunnel aérodynamique. Le tunnel aérodynamique dont la zone de travail est de 14 m de longueur, 1 m de largeur et 1 m de hauteur, est installé dans une salle à basse température.

Pour les essais, des maquettes au 1/30^e de routes, pare-neige et bois anti-neige ont été placés dans le tunnel et de la neige a été répandue sur le sol du tunnel. La température a été contrôlée à environ -10°C, la vitesse du vent réglé entre 5 et 12 m/s; la tempête de neige a été produite en fournissant de la neige du sol sous l'effet du vent. L'application du rayon laser fendu à la zone de travail dans le tunnel a permis de rendre blanche la couche de la tempête de neige. La Fig. 2 montre la tempête de neige provoquée.

La Fig. 3 montre la tempête de neige prise par la caméra CCD.

Le flux de masse des particules de neige dans l'espace et la vitesse du vent, mesurés respectivement avec un compteur de particules de neige et un anémomètre à fil chaud, ont permis d'obtenir la densité des particules de neige dans l'espace.

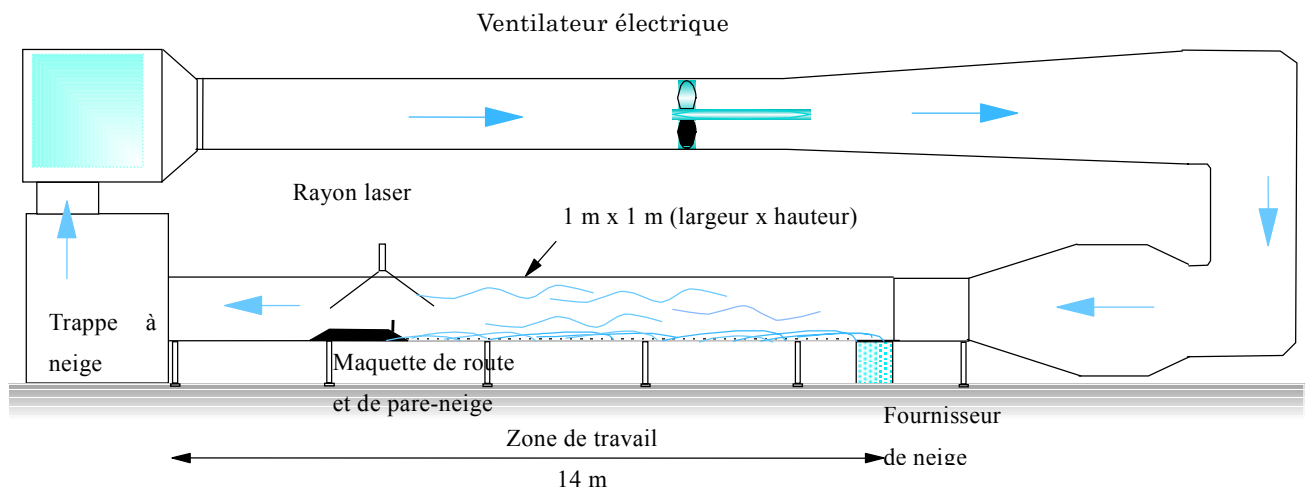


Fig. 1 Schéma du dispositif du tunnel aérodynamique utilisé pour les essais en soufflerie

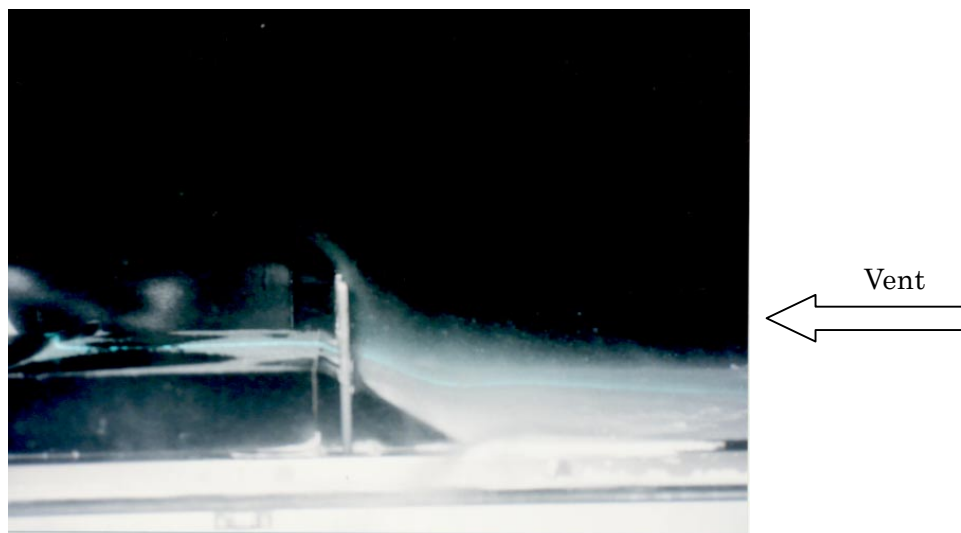


Fig. 2 Tempête de neige produite dans le tunnel aérodynamique

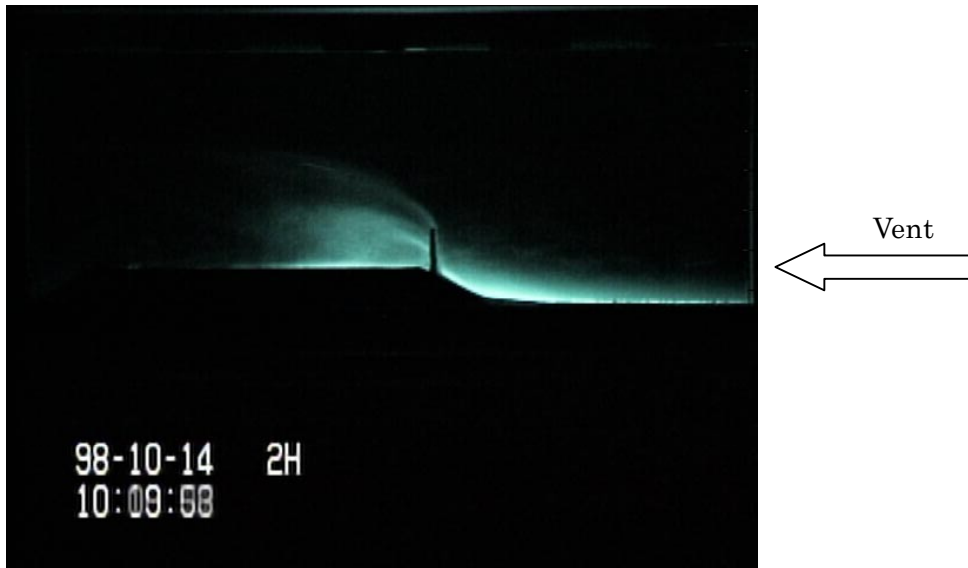


Fig. 3 Tempête de neige filmée par la caméra CCD (la neige en déplacement apparaît blanche)
Vitesse du vent: 10 m/s, hauteur du remblai: 3 m (mesuré), hauteur du pare-neige : 3 m (mesuré), porosité: 40%

3. Analyse de l'image CCD

La Fig. 4 indique la valeur des gris de l'image CCD prise pendant les essais et la densité des particules de neige dans l'espace mesurées par le compteur de particules de neige. La valeur des gris de l'image CCD a tendance à augmenter avec la densité des particules de neige dans l'espace. Ainsi, plus la valeur des gris est élevée, plus la densité des particules de neige dans l'espace est grande, et vice versa. Cette relation a été prise en compte pour la conversion de la valeur des gris en densité des particules de neige dans l'espace à signification scientifique.

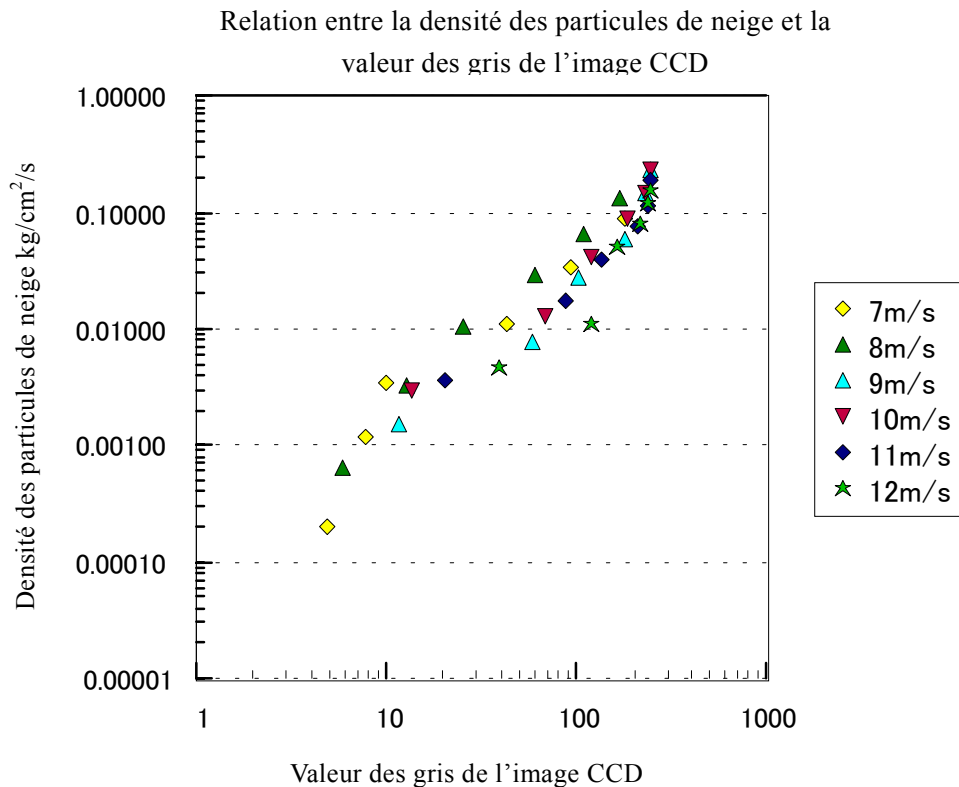


Fig. 4 Relation entre la valeur des gris de l'image CCD et la densité des particules de neige mesurée par le compteur de particules de neige

La répartition de la densité des particules de neige dans l'espace et de la vitesse de vent mesurées dans le tunnel aérodynamique diffère de la densité des particules de neige dans l'espace et de la vitesse du vent mesurées aux environs des routes réelles. Pour obtenir la visibilité sur place, la densité des particules de neige dans l'espace et la vitesse du vent dans le tunnel aérodynamique doivent être converties en valeurs sur route. Les valeurs de densité des particules de neige dans l'espace et de vitesse du vent mesurées sur place en situation de tempête de neige et les valeurs des essais en soufflerie ont été comparées, et les valeurs du tunnel aérodynamique converties en valeurs sur route en appliquant la règle de la similarité.

Les images de répartition des densités des particules de neige dans l'espace et des vitesses du vent converties en valeurs sur route ont permis de rechercher le flux de masse des particules de neige sur place, et sa conversion en visibilité en utilisant la relation entre le flux de masse des particules de neige et la visibilité.

La Fig. 5 montre la procédure de ces conversions.

Conversion de l'image CCD en répartition de la visibilité

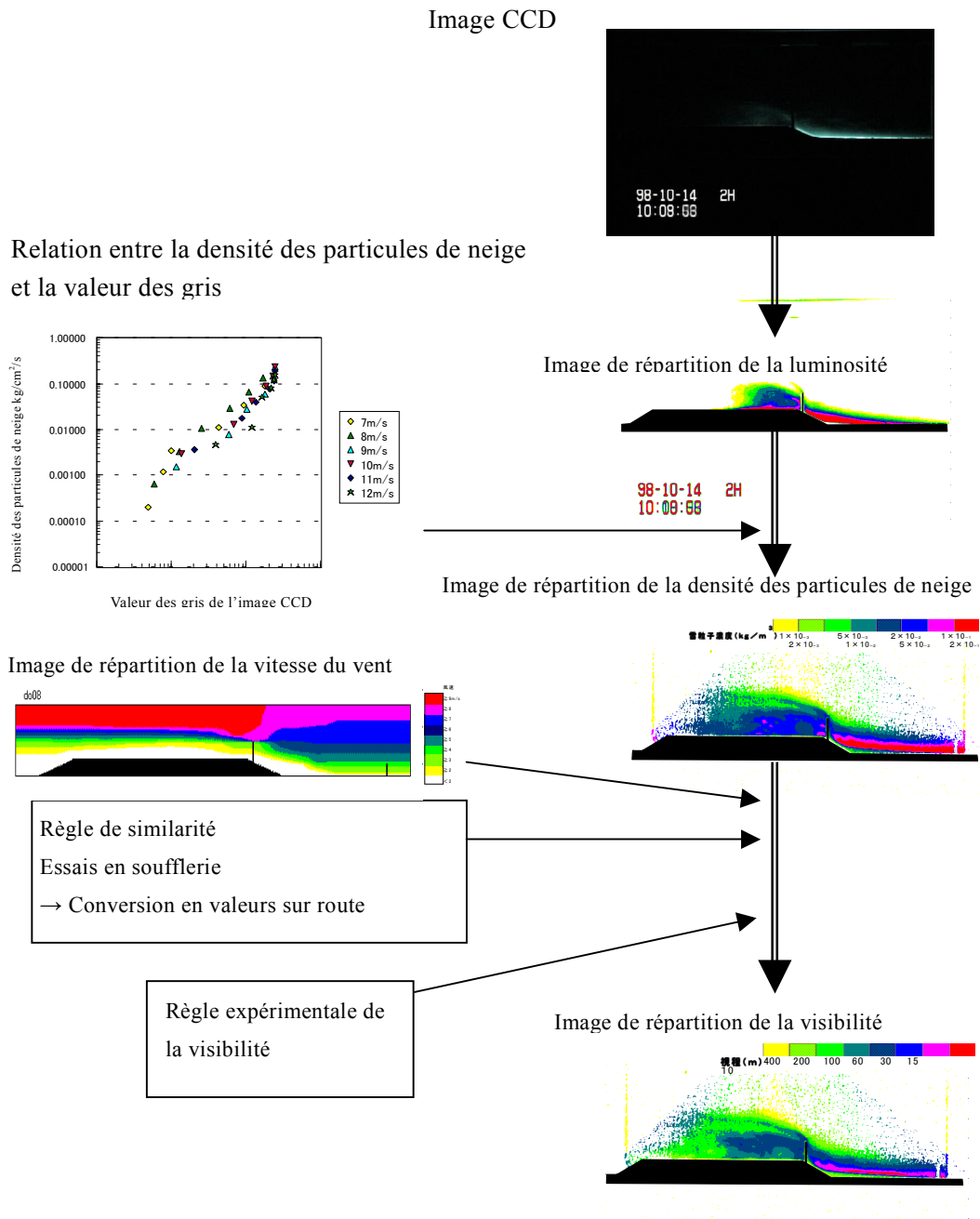


Fig. 5 Méthode de conversion de la densité des particules de neige dans l'espace et de la vitesse du vent dans le tunnel aérodynamique en valeurs sur route

4. Comparaison de l'effet des mesures d'après la répartition de la visibilité

La Fig. 6 montre l'image de répartition de la visibilité sur route établie en combinant diverses mesures pour améliorer la visibilité (porosité des pare-neige/bois anti-neige, hauteur, nombre de rangées de pare-neige etc.) et de structures de route (hauteur de remblai/déblai, largeur de route etc.) ainsi que des conditions climatiques (vitesse du vent, sens du vent).

Pour le conducteur au volant, la visibilité au niveau des yeux devient un critère pour l'importance des obstacles. La Fig. 7 indique la répartition de la visibilité dans le sens de la traversée de la route au niveau des yeux du conducteur obtenue à partir de l'image de répartition de la visibilité.

Ces images de répartition de la visibilité et images de répartition de la visibilité dans le sens de la traversée de la route au niveau des yeux du conducteur ont permis l'évaluation des effets des mesures pour améliorer la visibilité de différents éléments (porosité des pare-neige/bois anti-neige, hauteur, nombre de rangées de pare-neige etc.), dont le Tableau 1 donne un exemple. Une porosité des pare-neige contre les tempêtes de neige inférieure à 40% est jugée adaptée pour l'amélioration de la visibilité. Il semblerait qu'il n'y ait pas de grande différence pour une hauteur de 3 à 5 m.

Tableau 1 Effet comparé des caractéristiques des pare-neige obtenu par les images de visibilité des essais en soufflerie

Structure de la route et mesures pour améliorer la visibilité	Articles de comparaison	Effet des mesures par image de la visibilité sur place
Pare-neige d'accotement par remblai de 3 m	Porosité	<ul style="list-style-type: none">- Plus la porosité est faible, plus la visibilité est améliorée.- Si la porosité est élevée (40%), la visibilité sur les voies au vent a tendance à baisser.
	Hauteur	<ul style="list-style-type: none">- Il n'y a pas de différence d'effet notable pour les pare-neige de 3 à 5 m de hauteur.- Mais si la porosité est élevée (40%), la hauteur du pare-neige améliorera l'effet.

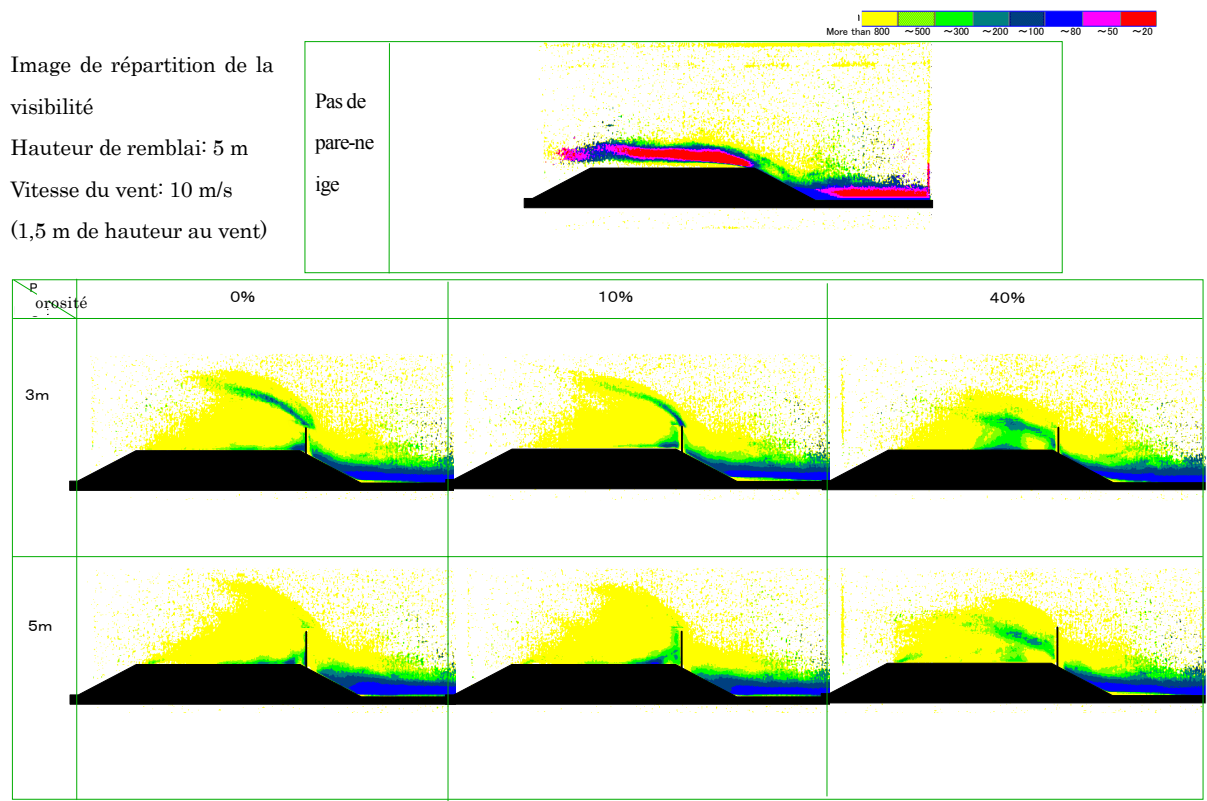


Fig. 6 Images de répartition de la visibilité sur route après conversion sur la base des essais en soufflerie

Structure de la route Remblai (3 m de haut)

Vitesse du vent: 10 m/s

Pas de pare-neige

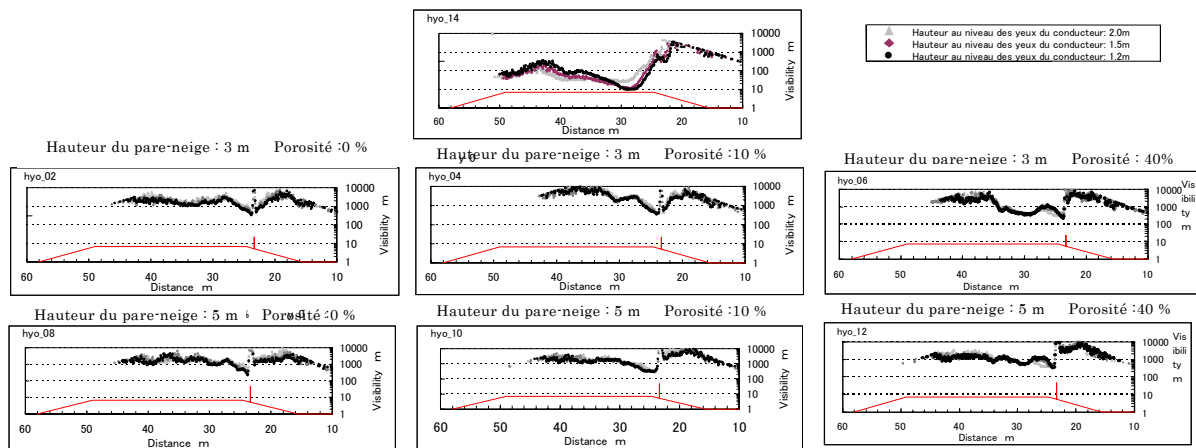


Fig. 7 Visibilité au niveau des yeux du conducteur (image de répartition en section transversale de la route)

Structure de la route Remblai (3 m de haut)
Vitesse du vent: 10 m/s

5. Sélection des caractéristiques des mesures sur la base des images de répartition de la visibilité

Les effets des mesures pare-neige et bois anti-neige à différentes caractéristiques ont été vérifiés par la méthode d'évaluation de mesures pour améliorer la visibilité développée, et les types des mesures indiqués dans le Tableau 2 sont à l'étude. Il est prévu d'utiliser leurs effets et de les répercuter sur la procédure de sélection des caractéristiques des travaux pour améliorer la visibilité.

Tableau 2 Rubriques d'étude du type des mesures sur la base des essais en soufflerie de tempête de neige

Type des mesures	Rubriques étudiées
Pare-neige d'accotement	Taux d'interception (porosité)
	Hauteur de pare-neige
	Effet et structure de base du pare-neige de retour
Pare-neige auxiliaire	Emplacement d'installation
	Taux d'interception (porosité) de pare-neige auxiliaire
Bois anti-neige	Emplacement d'installation de bois anti-neige
	Nombre de rangées de bois
	Intervalle entre les arbres
	Hauteur des arbres
	Espèces d'arbres (arbres à feuilles persistantes, arbres à feuilles caduques)
	Effet contre le vent parallèle ou similaire