

EVALUATION MONETAIRE DE DIFFERENTS ATTRIBUTS DU DENEIGEMENT PAR ANALYSE CONJOINTE

Shintaro Tanabe*, Yasuhisa Hayashiyama**, Kunie Mori*** et Hiroyuki Tamaki****

*Hokkaido Development Engineering Center
#11, South-1, East-2, Chuo-ku, Sapporo,
Hokkaido, 060-0051, Japon
TELEPHONE : +81-11-271-3028 /
TELECOPIE : +81-11-271-5115
E-mail : tanabe @ decnet.or.jp

**Graduate School d'Economics et Management,
Université de Tohoku
Kawauchi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 980-77,
Japon
TELEPHONE/TELECOPIE :
+81-22-217-6317
E-mail : yhaya @ econ.tohoku.ac.jp

***Graduate School d'Economics et Business
Administration, Université d'Hokkaido
North-9, West-7, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido,
060-0809, Japon
TELEPHONE : +81-11-716-2111
E-mail : coo@pop.econ.hokudai.ac.jp

****Hokkaido Development Bureau, Sapporo
Construction Division
North-2, West-19, Chuo-ku, Sapporo,
Hokkaido, 060-8506, Japon
TELEPHONE : +81-11-611-0111 / FAX:
+81-11-643-1273
E-mail : hiroyuki@hda.go.jp

1. Résumé

Les projets de déneigement entraînent des coûts considérables chaque année, ils sont destinés à minimiser l'effet de la neige sur le transport routier. Toutefois, l'objectif et la méthode d'intervention diffèrent selon les attributs du déneigement. Par conséquent, il est important de mesurer l'effet de chacun des différents attributs du déneigement, pour une mise en place efficace de projets de déneigement. Cette étude tente de mesurer l'avantage marginal de chaque attribut par analyse conjointe, afin d'évaluer l'effet du déneigement pour chaque attribut.

Dans cette étude, différentes procédures de recherche et d'analyse ont été développées pour l'analyse conjointe, qui est une technique utilisée en marketing. Une théorie des modèles logit développée à l'aide d'une utilité aléatoire a été utilisée dans cette analyse. Les projets de déneigement ont été classés selon les 5 attributs suivants : fréquence d'intervention, largeur de la chaussée, distance de visibilité, surface de la chaussée gelée, bosses sur la chaussée et 2 ou 3 niveaux ont été définis pour chaque attribut. En outre, le montant des contributions reposant sur le coût d'intervention réel a été défini avec 5 profils. Une enquête par questionnaire, portant sur la volonté de payer, a été réalisée auprès des habitants de Sapporo par carte franco de port en juin 2000.

Il est apparu qu'il était possible d'utiliser le profil volontaire pour l'analyse conjointe. Il a été également prouvé que l'on pouvait estimer la volonté marginale de payer le déneigement. Les résultats de cette étude peuvent être étendus à l'exposé de principe par l'application de la théorie de l'évaluation économique de l'environnement, lorsque le projet de déneigement est évalué.

2. Introduction

Les projets de déneigement entraînent des coûts considérables chaque année, ils sont destinés à minimiser l'effet de la neige sur le transport routier. Toutefois, l'objectif et la méthode

d'intervention diffèrent selon les attributs du déneigement. Par conséquent, il est important de mesurer l'effet de chacun des différents attributs du déneigement, pour une mise en place efficace de projets de déneigement. Cette étude tente de mesurer l'avantage marginal de chaque attribut par analyse conjointe, afin d'évaluer l'effet du déneigement pour chaque attribut.

Cette étude a porté sur la volonté de payer pour le déneigement de différents attributions et niveaux et elle a évalué l'avantage de chaque attribution par analyse conjointe. Les résultats expriment l'avantage marginal d'attribution. Si nous sommes en mesure de calculer les coûts marginaux de chaque intervention, nous pouvons déterminer le niveau de service optimal des interventions de déneigement par les conditions optimales de fourniture des biens collectifs, appelé condition de Bowen-Samuelson. Cet article étudie les recherches existantes (chapitre 3), développe un cadre pour l'analyse conjointe (chapitre 4), fournit un modèle d'estimation de la volonté de payer (chapitre 5) et se termine par les conclusions (chapitre 6).

3. Etude des recherches existantes

Dans la plupart des études d'évaluation du déneigement, la méthode d'évaluation se concentre sur l'avantage pour l'utilisateur, comme le cumul du coût comme avantage, la diminution du temps de trajet et du coût du trajet. Tanabe et al. (1998)¹⁾, Morisugi et al. (2000)²⁾ et Hayashiyama et al. (2001)³⁾ ont essayé d'évaluer la qualité de vie par la méthode des préférences exprimées (Contingent Valuation Method, CVM) d'après la théorie de l'économie du bien-être. Nous n'avons pas pu évaluer les biens et services qui possèdent de nombreuses attributions, car la CVM a pour caractéristique une évaluation globale des biens et services. Il est possible d'évaluer les attributions des biens et services non par la CVM mais par l'analyse conjointe. Ce type d'analyse a été mis au point pour favoriser l'efficacité des biens et services marchands. De nombreux exemples récents (par exemple Takeuchi (1998)⁴⁾) utilisent cette méthode pour évaluer les investissements dans l'amélioration de l'environnement. Dans la planification des infrastructures, il existe des exemples dans lesquels cette méthode est appliquée par Yuzawa et al. (1990, 1995)⁵⁾⁶⁾ au modèle de choix modal fractionné. L'analyse conjointe s'applique non seulement à la recherche mais aussi à la politique effective.

4. Cadre de l'analyse conjointe

Ce chapitre traite du cadre d'évaluation des projets de déneigement par analyse conjointe.

4.1 Sélection de la méthode d'analyse conjointe

L'analyse conjointe a été développée par Luce et Tukey (1964)⁷⁾. Cette méthode sert à évaluer les différentes valeurs des biens et services par les données de préférence fournies. On peut la classer en analyse conjointe reposant sur la notation ou analyse conjointe reposant sur le choix, selon la méthode de questionnement. Dans la première, la personne qui répond donne des points facultatifs et classe les profils par ordre de préférence. Dans la deuxième, la personne qui répond choisit un profil primaire dans le groupe d'attributs. La méthode d'analyse conjointe reposant sur la notation est subdivisée en analyse conjointe reposant sur la notation avec profil complet et

analyse conjointe reposant sur la notation par paires. Dans l'analyse conjointe reposant sur la notation avec profil complet, la personne qui répond évalue différents profils en comprenant l'ensemble des profils. Cette méthode est source de confusions pour les personnes qui répondent, du fait qu'il est difficile de comprendre le questionnaire. Dans l'analyse conjointe reposant sur la notation par paires, l'analyse conjointe reposant sur la notation avec profil complet est simplifiée pour les personnes qui répondent. Il existe de nombreuses méthodes d'analyse conjointe. Toutefois, lorsque les consommateurs achètent des biens et services, ils les choisissent moins par évaluation de ces biens et services selon des critères absolus que par comparaison entre eux. Ainsi, nous allons utiliser l'analyse conjointe reposant sur la notation par paires.

4.2 Classification des attributions et niveaux de déneigement

La figure 1 et le tableau 1 montrent les attributs et niveaux de déneigement dans cette étude. Ce sont les bases utilisées pour réaliser les profils. Nous avons défini 6 attributions et 2 ou 3 niveaux de déneigement, par référence aux normes de déneigement. Ces attributions sont la fréquence d'intervention, la largeur effective de la chaussée, la hauteur de neige tassée sur l'accotement, la distance d'arrêt, les bosses de la chaussée et la volonté de payer en fonction du coût d'intervention. Nous nous sommes appuyés sur les données du Bureau de Développement d'Hokkaido (1998)⁸⁾ pour la distance d'arrêt. Nous avons défini trois niveaux de classification : le niveau actuel, le niveau amélioré et le niveau dégradé. Ces attributions couvrent la plupart des interventions de déneigement, permettant aux personnes qui répondent d'évaluer et de choisir le profil constitué d'après ces attributions et niveaux.

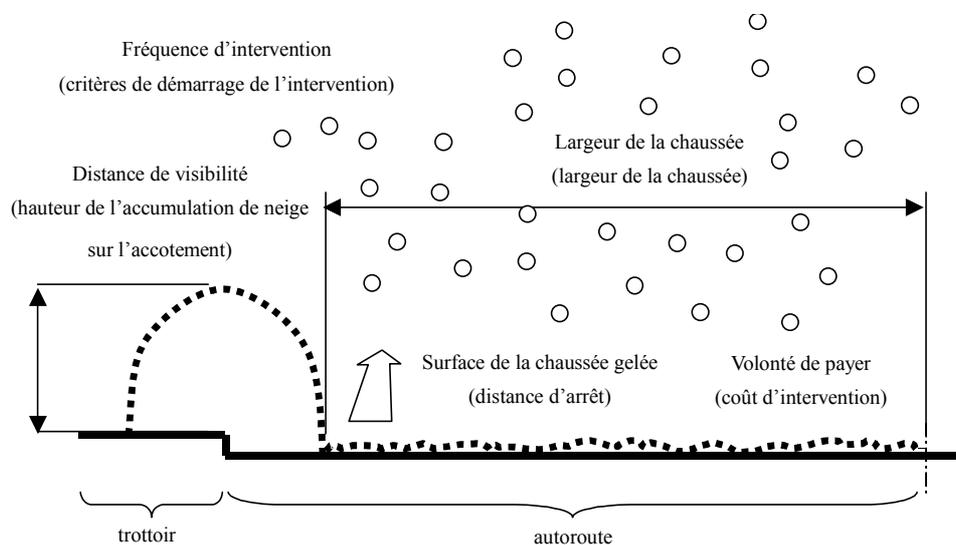


Figure 1 Attributs des projets pour le déneigement des routes

Tableau 1 Attributs et niveaux des projets pour le déneigement des routes

Attribut (index de niveau)	Niveau	Description
Fréquence d'intervention (critères de démarrage de l'intervention)	5 cm 10 cm 20 cm	Hauteur de neige sous la cheville Hauteur de neige à la cheville Hauteur de neige sous le tibia
Largeur de la chaussée (largeur de la chaussée)	90 % (7,7 m) 80 % (6,8 m) 60 % (5,1 m)	L'accotement n'est pas recouvert L'accotement est recouvert Largeur de la chaussée réduite de moitié
Distance de visibilité (hauteur de l'accumulation de neige sur l'accotement)	0,5 m 1,5 m 2,0 m	Aucun problème Enfants cachés Adultes cachés
Surface de la chaussée gelée (distance d'arrêt / (40 km/h))	90 m ($\mu=0,10$) 50 m ($\mu=0,25$) 40 m ($\mu=0,45$)	Surface glissante Neige fraîche Neige compacte
Bosses sur la chaussée (présentes)	Elevé (présentes) Faible (absentes)	Présente Absente
Volonté de payer (coût d'intervention)	-----	D'après le coût d'intervention

4.3 Production des profils et collecte des données

Dans cette étude, nous choisissons quelques profils parmi 162 combinaisons de profils. Nous avons essayé de produire cinq profils en utilisant deux méthodes qui ont été développées par des volontaires. Cette méthode donne des combinaisons de profils grâce aux réflexions de services de voirie et permet d'inclure des profils qui peuvent être manipulés par l'enquêteur.

Les personnes qui répondent sont le chef de ménage à Sapporo. Nous avons interrogé 249 personnes et obtenu 242 réponses effectives, soit un taux de réponses effectives de 97,2 %.

Tableau 3 Profils volontaires

	Fréquence d'intervention	Largeur de la chaussée	Distance de visibilité	Surface de la chaussée gelée	Bosses sur la chaussée	Volonté de payer
A	20 cm	60 %	2,0 m	Faible	90 m	600
B	10 cm	80 %	0,5 m	Faible	40 m	1 100
C	10 cm	60 %	2,0 m	Elevé	50 m	1 300
D	20 cm	80 %	1,0 m	Elevé	90 m	8 400
E	5 cm	90 %	0,5 m	Faible	50 m	10 500

5. Modèle d'estimation de la volonté de payer

5.1 Présentation du modèle

Lorsque l'utilité u_i d'un individu i exprime une fonction d'utilité $u_i(\cdot)$, l'utilité pour le choix du profil j (1,2,3,...n) par l'individu i exprime une fonction d'utilité $u_{ij}(\cdot)$.

$$u \equiv u_{ij}(\cdot) \quad (1)$$

Selon le théorème de l'utilité aléatoire, la fonction d'utilité $u_{ij}(\cdot)$ est exprimée par le terme fixe $v(\cdot)$, le terme probabiliste ε , les ensembles d'état de la chaussée Q et la volonté de payer, d'après l'équation 2.

Dans ce cas, la probabilité qu'un individu i choisisse le profil j a été exprimée, avec l'hypothèse du terme probabiliste ε et la loi de Gumbel comme équation 3.

$$u_{ij} = v_{ij} + \varepsilon_{ij} = v_i(Q_i, y_{ij}, M) + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

$$P_{ij} = \frac{\exp(v_{ij})}{\sum_k \exp(v_{ik})} \quad (3)$$

4.2 Spécification du modèle et résultat de la structure d'estimation

Nous utilisons généralement l'équation 4 comme modèle linéaire pour la fonction d'utilité indirecte $v(\cdot)$.

La conversion de l'avantage monétaire est exprimée par l'équation 5 ; selon la définition du niveau d'utilité, le début après la fonction d'utilité est différencié.

$$v_{ij} = \sum_{k=1}^6 \beta_{ijk} x_{ijk} \quad (4)$$

$\beta_{ij1} \dots \beta_{ij5}$: paramètre d'options d'état de la route pour l'individu i

β_{ij6} : paramètre d'options de volonté de payer pour l'individu i

$x_{ij1} \dots x_{ij5}$: options d'état de la route pour l'individu i

x_{ij6} : options de volonté de payer pour l'individu i

Dans ce cas, $x_6 = y$ (revenu).

Ici, étant donné que x_1, \dots, x_5 sont des variables indépendantes, on peut transformer l'équation 5 en équation 6. Il s'agit de l'avantage marginal de chaque attribution.

$$\beta_6 dy = \sum_{i=1}^5 \beta_i dx_i \quad (5)$$

$$\frac{dy}{dx_1} = -\frac{\beta_1}{\beta_6} \quad \Rightarrow \quad \frac{dy}{dx_i} = -\frac{\beta_i}{\beta_6} \quad (6)$$

Le tableau 3 montre le résultat des paramètres d'estimation avec l'utilisation de l'estimation de la probabilité maximale, parce que la valeur t de chaque paramètre, le rapport de probabilité maximale et le rapport de coïncidence sont statistiquement significatifs. Les signes (+/-) du

paramètre coïncident avec le signe de chaque niveau. Par conséquent, ces résultats sont statistiquement significatifs.

Tableau 3 Résultat des paramètres d'estimation

i	Nom des variables	Paramètre (valeur t)
1	Fréquence d'intervention	-0,642 (-9,54)
2	Largeur de la chaussée	47,452 (2,60)
3	Accumulation de neige sur l'accotement	-15,318 (-7,94)
4	Bosses sur la surface de la route	-12,858 (-5,54)
5	Surface de la chaussée gelée	28,198 (8,13)
6	Volonté de payer	$-4,414 \times 10^{-3}$ (-8,67)
	Rapport de vraisemblance	0,356
	Rapport de coïncidence (%)	83,7
	Nombre d'échantillons	1 210

5.3 Calcul de l'avantage

Le tableau 4 et la figure 2 montrent la volonté marginale de payer pour les projets de déneigement sur route à grande circulation (nationale) par ménage à Sapporo.

- 1) La volonté de payer pour engager le déblaiement du 1^{er} centimètre de neige fraîche est de 145 yens.
- 2) La volonté de payer pour que la largeur effective de la chaussée soit au moins égale à 90 % de la largeur en été est de 10 750 yens.
- 3) La volonté de payer pour diminuer la hauteur de l'accumulation de neige est de 3 470 yens par pas de 0,1 m.
- 4) La volonté de payer pour la réparation de la surface de la chaussée est de 2 913 yens.
- 5) La volonté de payer pour augmenter le coefficient de frottement de 0,1 à l'aide d'un antigel est de 6388 yens.

6. Conclusions

Cette étude montre que l'avantage marginal permet d'évaluer la volonté de payer marginale par application de l'analyse conjointe pour évaluer chaque attribution pour les projets de déneigement. Cette étude fait apparaître que, du fait que l'avantage marginal est équivalent à la volonté de payer marginale, nous pouvons utiliser l'analyse conjointe pour évaluer chaque attribut des projets de déneigement. Les habitants de Sapporo sont particulièrement intéressés par le maintien de la largeur efficace de la chaussée et l'épandage de dégivrants et d'antigels. Cette méthode est considérée comme utile dans le cas difficile du recueil des préférences pour les phénomènes de circulation hivernale, bien que la volonté de payer ne soit pas unique. A l'avenir, le développement de méthodes de recueil et d'analyse par données sur la circulation intensive et sur le comportement prendra une importance particulière.

7. Références

1. Tanabe S., Hayashiyama Y. and Hara F.: Measuring the Option Price of Snow Removal Projects in the Winter Urban Environment by the Contingent Valuation Method (en japonais), *Environmental Systems Research*, vol.27, pp.45-56, 1999.
2. Morisugi Y., Hayashiyama Y., Kimura M. and Saito M.: Benefit Evaluation of Snow Removal with Stated Preference Method (en japonais), *Proceedings of Infrastructure Planning*, No.23 (2), pp.445-448, 2000.
3. Hayashiyama Y., Tanabe S. and Hara F.: Economic Evaluation of Snow-Removal Level by Contingent Valuation Method (en japonais), *Transportation Research Record 1741*, TRB, National Research Council, Washington D.C., 2001, pp. 183-190.
4. Takeuchi K., Kuriyama K., Washida T.: The effect of coastal biogeocoenosis by the effluence of oil; the evaluation by Conjoint Analysis (en japonais), *The Workshop of Environmental Valuation*, Tsukiji-shokan, 1998.
5. Yuzawa A., Suda H. and Takada K.: Some Problems on Conjoint Analysis to Apply the Mode Choice Model, *Proceedings of papers and reports of the Japan Society of Civil Engineering* No.419/Part 4-13, pp.51-60, 1990.
6. Yuzawa A. and Suda H.: A Design of Profile and Subject of the Conjoint Analysis (en japonais), *Proceedings of papers and reports of the Japan Society of Civil Engineering* No.518/Part 4-28, pp.121-134, 1995.
7. Luce, R. D. and Tukey, J. W.: Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.1, pp.1-27, 1964.
8. *Manual of the Winter Road Surface Maintenance (draft)* (en japonais), chapter 1 General rule, Hokkaido Development Bureau, pp.1-9, 1997.