

# SYSTEME DE CHAUFFAGE DES ROUTES UTILISANT LES ENERGIES NATURELLES. UNE PROPOSITION DE MISE EN OEUVRE.

Hiroshi Mizuma\*, Naoki Ozawa\*\* et Koji Wakabayashi\*\*\*

\*Section mécanique,  
département réseau routier  
Bureau de développement régional du Kanto  
Ministère du transport et de  
l'aménagement du territoire  
1-21-1 Kitabukuro-cho,  
Saitama-Préfecture de Saitama  
TEL 048-600-1347 / FAX 048-600-1389  
E-mail adresse : mizuma-h8310@ktr.mlit.go.jp

\*\*Section mécanique,  
laboratoire d'ingénierie du Kanto  
Bureau de développement régional du Kanto  
Ministère du transport et de  
l'aménagement du territoire  
6-12-1 Goko Nishi, Matsudo,  
préfecture de Chiba  
TEL 047-389-5124 / FAX 047-389-5159  
E-mail adresse : ozawa-n8310@ktr.mlit.go.jp

\*\*\*Section mécanique, Bureau de construction de Kofu  
Bureau de développement régional du Kanto  
Ministère du transport et de  
l'aménagement du territoire  
1-10-1 Midorigaoka, Kofu,  
préfecture de Yamanashi  
TEL 055-252-8890 / FAX 055-254-3342  
E-mail adresse : wakabayashi-k8312@ktr.mlit.go.jp

## 1. Preface

La passe de Kagosaka traversée par la grande route nationale No 138 est localisée dans le voisinage de la frontière entre la préfecture de Yamanashi et la préfecture de Shizuoka. La passe est au sein du parc national de Fuji-Hakone-Izu. Comme c'est une zone froide et enneigée, les conditions climatiques en hiver sont extrêmement sévères. En outre, le tracé de la route est si complexe qu'il interfère considérablement avec la circulation en hiver. Par conséquent, pour améliorer les conditions de circulation en hiver et assurer la sécurité, cette recherche a été effectuée en vue d'améliorer les conditions de circulation et la sécurité tout en profitant des caractéristiques naturelles de cette région. L'accent est porté sur les particularités régionales à l'intérieur du Parc National (Mont Fuji) qui est représentatif du Japon.



Fig.1 Carte de localisation de la zone d'implantation

## 2. Condition de circulation en hiver autour de la passe de Kagosaka

Les caractéristiques des routes dans la zone où les recherches sont menées sont indiquées dans le tableau 1. La pente est en moyenne de 5% (8.5% maximum), et le rayon minimum des courbes est de 10m. En tant qu'unité la structure est complexe. En même temps, c'est un domaine où le dessin des routes est sinueux. Par conséquent, si l'accumulation de neige journalier atteint les 10 centimètres environ, les voitures ne peuvent pas grimper la pente. Elles s'arrêtent et tendent à provoquer des embou-teillages.

Comme le montre la figure 2, le nombre de fois où l'accumulation journalière excède les 10 cm par an est de quatre fois en moyenne, ainsi tous les ans se produisent des embou-teillages. A cela, la figure 3 révèle une montée des nombres d'accidents de la circulation et on dénombre 6 accidents au cours des années fiscales 1998 et 1999. Donc, comme mentionnée précédemment, les embou-teillages et les accidents ont lieu fréquemment autour de la passe de Kagosaka. C'est pourquoi il est souhaitable d'avoir une action préventive en vue d'assurer la fluidité de la circulation en hiver.

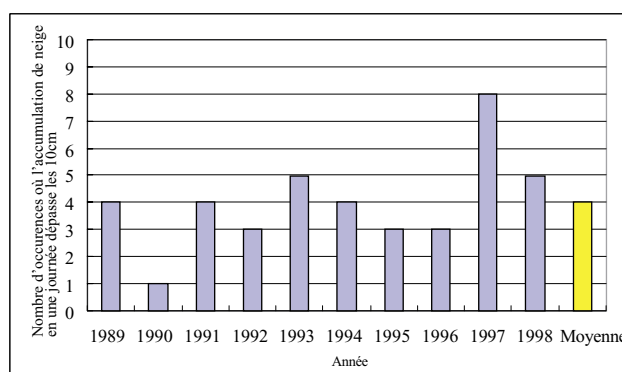
## 3. Résumé des recherches

Pour l'étude des techniques de contre-mesure des chaussées des routes en hiver qui utilise les caractéristiques locales, les données climatiques (quantité journalière de neige, température minimale journalière, vitesse du vent) des dix dernières années ont été synthétisées.

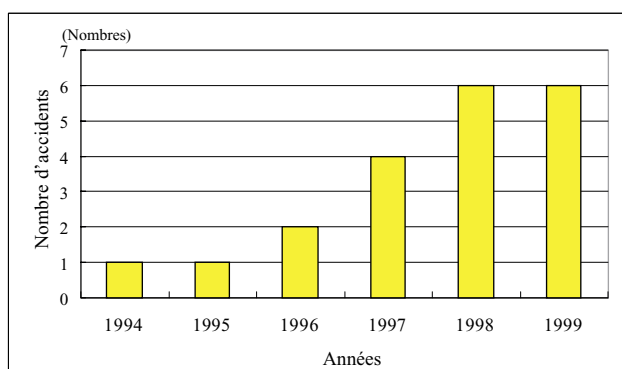
En outre, un examen des énergies naturelles utilisables pour la fusion de la neige autour de la passe de Kagosaka a été réalisé. Après comparaison des procédés de mise en oeuvre, des critères économiques et de la capacité de fusion de la neige des méthodes utilisant de telles ressources énergétiques, la méthode la plus adaptée a été choisie.

**Tableau 1 Conditions des routes dans la zone concernée**

Clasification des routes	Grande route nationale No 138
Normes des structures	Deuxième niveau, troisième classe
Style de circulation	Circulation de face
Limite de vitesse	40km/h
Densité de circulation	14,000 voitures/jour
Largeur des routes pour véhicules	Approximativement 6.5m
Pente verticale moyenne	5% (maximum 8.5%)
Rayon minimum des courbes	R=10m



**Fig.2 Nombre d'occurrences annuel où l'accumulation de neige en une journée dépasse les 10cm**



**Fig.3 Nombre d'accidents de la circulation en hiver (Décembre-Mars)**

#### 4. Résultats des recherches

##### 4-1 Calcul de la chaleur requise pour faire fondre la neige

L'ensemble des valeurs indiquées dans le tableau 2 ont été établies en fonction des données climatiques. La chaleur nécessaire calculée pour provoquer la fusion de la neige est de  $250\text{W/m}^2$ . Cependant, on recherche à ce qu'il y ait le moins possible de neige restante sur la chaussée sachant que beaucoup de véhicules ne sont équipées que de pneus ordinaires.

Tableau 2 Conditions Climatiques et Chaleur Requise pour la fusion de la neige utilisées pour l'emplacement des installations

Intensité des précipitations de la neige	2.5cm/h
Temperature	-7.9°C
Densité de la neige	60kg/m <sup>3</sup>
Vitesse du vent	1.6m/s
Chaleur requise pour la fusion de la neige par unité de surface	250W/m <sup>2</sup>

##### 4-2 Recherche sur la zone d'emplacement des installations pour la fusion de la neige

Dans la recherche sur la zone d'emplacement des installations pour la fusion de la neige, le problème est analysé en se plaçant du point de vue de la structure des routes, en considérant principalement la pente longitudinale et le rayon de courbure ainsi que les lieux de congestionnement où se produisent fréquemment les embouteillages. Par conséquent, les installations pour la fusion de la neige ont été placées dans une zone de  $790\text{m}^2$  comme le montre la figure 4.

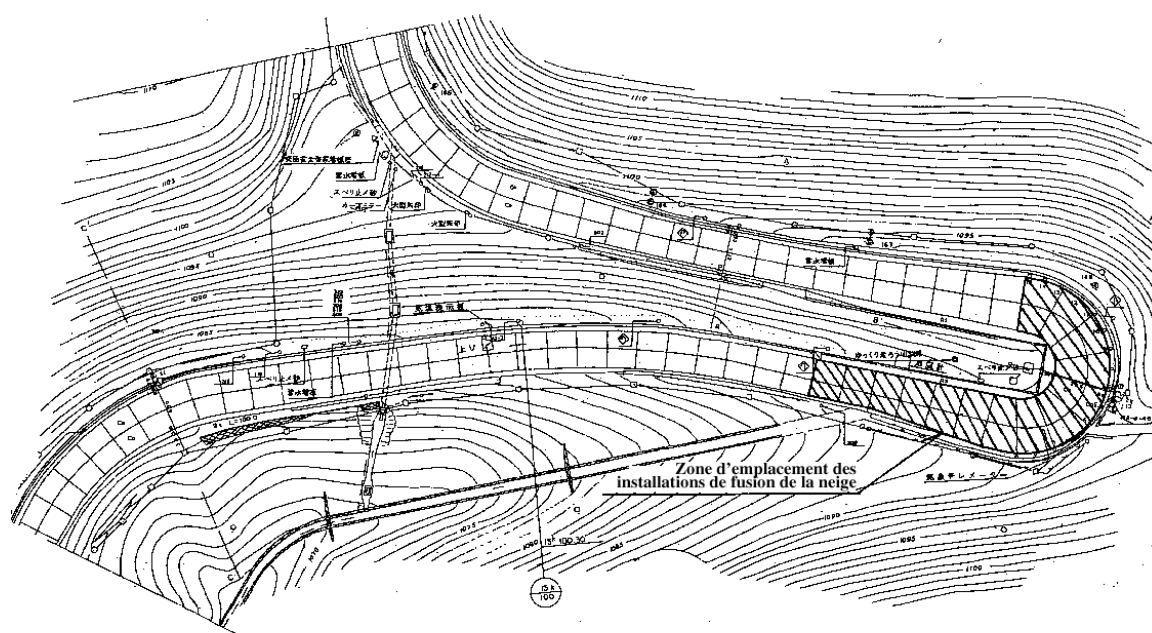


Fig.4 Zone d'emplacement des installations de fusion de la neige

### 4-3 Selection de la technologie

D'abord on extrait la source de chaleur pour la fusion de la neige puis des recherches sont menées sur cette source de chaleur telle qu'elle soit potentiellement adaptée à la fusion de la neige dans la région de 790 m<sup>2</sup> autour de la passe de Kagosaka. Ensuite, la technologie est sélectionnée.

#### 4-3-1 Extraction de la source d'énergie pour la fusion de la neige

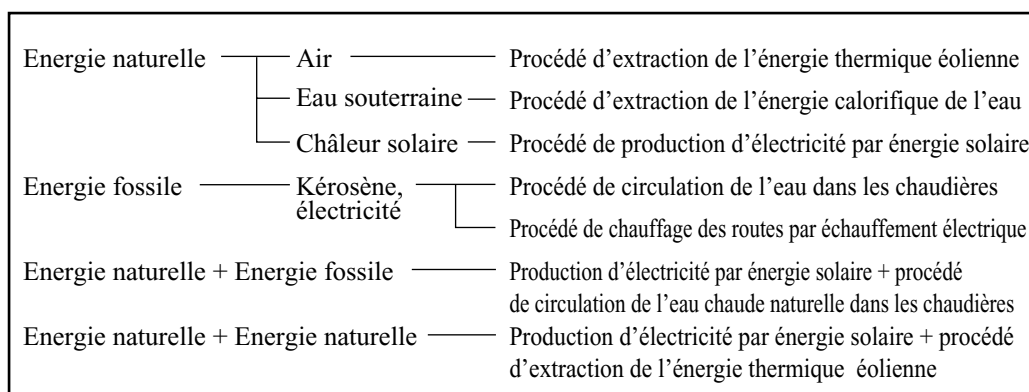
Pour les sources de chaleur, il existe globalement trois grands types : énergie naturelle, énergie locale et énergie fossile. La classification de la liste des sources d'énergies est indiquée dans le tableau 3.

**Tableau 3 Classification des sources de chaleur**

1. Energie naturelle (Energie qui existe dans la nature et qui se est disponible dans la zone d'étude) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Température de l'air</li> <li>• Température de l'eau souterraine</li> <li>• Température géothermique</li> <li>• Energie solaire(accumulation de chaleur)</li> <li>• Energie solaire(production électrique)</li> <li>• Energie éolienne</li> <li>• Chaleur de l'eau de mer</li> </ul>
2. Energie locale (Energie secondairement émise) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaleur des sources d'eau chaude naturelle</li> <li>• Chaleur émise due à l'activité urbaine</li> </ul>
3. Energie fossile (Energie générée majoritairement à partir des combustibles fossiles) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie fossile (kérosène, fuel, etc.)</li> <li>• Gaz</li> <li>• Electricité</li> </ul>

#### 4-3-2 Recherche sur les sources de chaleur utilisables

Les sources de chaleur capables de faire fondre la neige dans la zone de 790 m<sup>2</sup> désignée ont été étudiées. La technique de fusion de la neige indiquée figure 5 a été jugée réalisable.



**Fig. 5 Energies potentiellement utilisables**

### 4-3-3 Selection du procédé technique

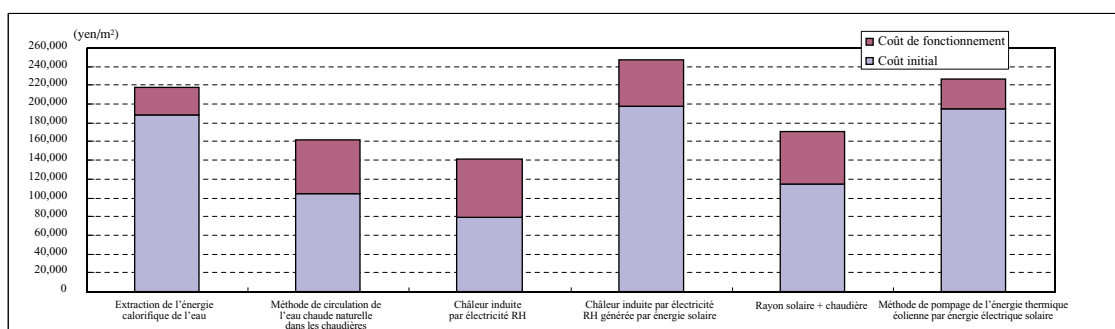
En comparant les différentes techniques selon les critères de constructibilité, de durabilité, d'environnement, les répercussions de la fonte de la neige, les coûts de maintenance, certaines méthodes ont été sélectionnées.

Concernant ce site de construction, le coût total est le plus bas si la méthode de chauffage des routes par échauffement électrique est utilisée. Les coûts de fonctionnements sont plus faibles en extrayant la chaleur de l'eau souterraine et en utilisant une méthode de pompage de l'énergie thermique éolienne par énergie électrique solaire.

Cette dernière méthode est celle qui utilise les rayons solaires en tant que source d'énergie pour le fonctionnement de la pompe à chaleur.

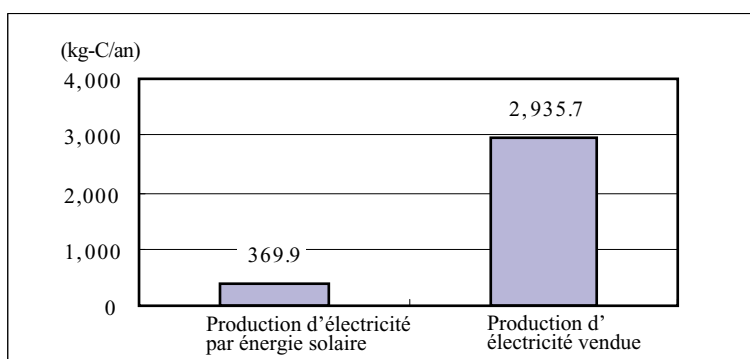
Le diagramme 4 indique un histogramme de comparaison des coûts.

**Le diagramme 4 Histogramme de comparaison des coûts des différentes techniques de fusion de la neige**



Vis à vis de l'environnement, l'émission de CO<sub>2</sub> est un problème actuel et mondial. Mais en utilisant des batteries d'énergie solaire en tant que source d'énergie, il est possible de diminuer cette émission.

L'histogramme 6 compare les quantités de CO<sub>2</sub> émises dans l'atmosphère.



**Fig. 6 Comparaison de la quantité de CO<sub>2</sub> émise**

※ Emission de CO<sub>2</sub> 76g-C/k Wh (Chiffres issues de l'entreprise Electricité de Tokyo, 1998)

Même si l'environnement naturel de cette région est froide et enneigée, l'idée est de considérer l'influence du climat Pacifique avec un ensoleillement fréquent. Par conséquent, pour faciliter l'usage de l'énergie solaire, la méthode de transfert de l'énergie thermique éolienne par électricité générée par énergie solaire est adoptée. Considérant les coûts de maintenance et les données environnementales, cette méthode se révèle être la plus appropriée.

Les notes d'évaluation des techniques de fusion de la neige sont indiquées dans le tableau 5.

**Tableau 5 Note d'évaluation des techniques de fusion de la neige**

Caractéristiques	Energie calorifique de l'eau HP (eau souterraine)	Chaudière (kérosene)	Chaleur par électricité RH	Chaleur par électricité produite par énergie solaire RH	Rayon solaire + chaudière	Extraction de l'énergie thermique éolienne par énergie électrique solaire RH
Aspects manufacturiers	×	△	○	○	△	○
Durabilité	○	○	△	△	○	△
Environnement	○	×	△	○	×	○
Effet sur la fusion de la neige	△	○	○	○	○	○
Maintenance	○	△	○	○	△	○
Coût initial	×	△	○	×	△	×
Coût de fonctionnement	○	×	×	△	×	○
Note d'évaluation	7 points	5 points	9 points	9 points	5 points	10 points

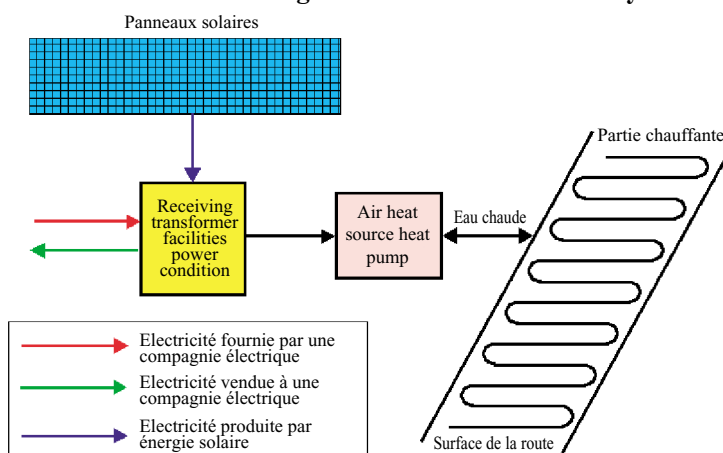
○...2 points    △...1 point    ×...-1 point

#### 4-4 Résumé de la méthode de chauffage des routes par transfert de l'énergie thermique éolienne en utilisant l'énergie électrique solaire

La méthode de transfert de chaleur éolienne en utilisant l'électricité solaire consiste à utiliser des batteries d'électricité solaires pour faire circuler un fluide toujours en état liquide dans une pompe à chaleur. La quantité d'électricité produite par les batteries solaires en hiver est faible alors qu'on s'attend à produire de l'électricité aussi la nuit. C'est pourquoi de l'électricité commercialisée est aussi consommée. Par conséquent, la connection avec le réseau d'une compagnie électrique est assurée et de l'énergie supplémentaire est fournie en cas d'insuffisance énergétique pour fondre la neige en consommant l'électricité du réseau. Il est possible de réduire les coûts de fonctionnement soit en cessant l'activité de fusion de la neige ou soit en vendant l'excès d'électricité produit en été.

Le diagramme de cette méthode est synthétisée figure 7.

#### Installations de chauffage des routes utilisant les rayons solaires.



**Figure 7 Schéma de la méthode de chauffage des routes par transfert de l'énergie thermique éolienne en utilisant l'énergie électrique solaire**

## **5. Conclusion**

La méthode de chauffage des routes par transfert de l'énergie thermique éolienne en utilisant l'énergie électrique solaire a été sélectionnée en tant que technique adaptée pour l'implantation des installations de fusion de la neige dans la zone visée.

Des plans simples des installations ont été dessinés en fonction. Après l'implantation, des recherches seront poursuivies dans le domaine de la production d'électricité par énergie solaire et sur les conditions de fusion de la neige. On s'attend à des résultats pratiques et efficaces.

En outre, il est souhaitable à l'avenir de mener davantage de recherches sur les systèmes de chauffage des routes en utilisant les énergies naturelles qui respectent l'environnement.