

MISE AU POINT D'UNE NOUVELLE METHODE DE SABLAGE BASEE SUR UN MELANGE DE SABLE ET D'EAU CHAUDE, APPLICATION ET CONSEQUENCES POUR L'ORGANISATION DES OPERATIONS DE GRAVILLONAGE

Torgeir Vaa* and Torgrim Dahl**

*SINTEF Civil and Environmental Engineering,
Roads and Transport, N-7465 Trondheim
TEL +47 73 59 46 60/FAX +47 73 59 46 56
E-mail address: torgeir.vaa@civil.sintef.no

**Public Roads Administration, Oppland,
Production Department, N- 2605 Lillehammer
TEL +47 61 27 10 10 /FAX +47 61 25 74 80
E-mail address: torgrim.dahl@vegvesen.no

1. Resume

Reconnaissant qu'il est indispensable d'élargir ses connaissances sur tous les types de mesures favorisant le frottement entre les véhicules et la chaussée, l'Administration norvégienne des Ponts et Chaussées a lancé en 1997 un programme de recherche mettant l'accent sur la gestion hivernale. Le Projet sur le Frottement Hivernal aborde les problèmes pratiques, techniques et économiques qui doivent être résolus pour assurer de bonnes conditions de frottement sur les routes hivernales. Le rapport final sera vraisemblablement publié en 2002. L'une des principales activités menées pendant toute la durée du projet a consisté à entreprendre un programme d'essais (études scientifiques) visant à évaluer les résultats des différentes méthodes d'amélioration du frottement. L'objectif est d'élaborer une recommandation quant à la meilleure méthode à appliquer en fonction de différents états de la route.

En dehors de l'analyse des différentes méthodes de salage, le projet a aussi examiné différentes façons d'appliquer des abrasifs. On a testé à la fois des méthodes de sablage traditionnelles et nouvelles :

- Méthodes traditionnelles : sable sec et sable contenant du sel,
- Méthodes nouvelles : sable chauffé et sable humidifié chaud.

Les deux nouvelles méthodes qui ont été présentées lors du X^{ème} Congrès International de l'AIPCR sur les Routes Hivernales à Luleå en 1998 sont fondamentalement différentes, à la fois par la fonctionnalité du camion utilisé et par la méthode adoptée pour chauffer les matériaux. Pour obtenir du sable chauffé, les matériaux (pierre concassée) sont chauffés à 180 degrés Celsius. La méthode du sable humidifié chaud est basée sur l'adjonction d'eau chaude au sable.

La méthode utilisant un mélange d'eau et de sable chauds a donné des résultats particulièrement prometteurs lors des essais du premier hiver. Les études scientifiques menées dans le cadre du Projet sur le Frottement Hivernal en Norvège ont révélé que les mesures appliquées avec la nouvelle méthode restent efficaces beaucoup plus longtemps que les méthodes de sablage traditionnelles. Dans des conditions routières et météorologiques favorables, on a constaté que des valeurs de frottement satisfaisantes pouvaient être maintenues avec la nouvelle méthode pendant jusqu'à une semaine sur des routes correspondant à un débit journalier moyen annuel (AADT) de 1 500 à 2 000.

Durant la saison hivernale 1999/2000, deux nouveaux prototypes norvégiens ont été mis au point sur la base des expériences tirées des essais du premier hiver avec un prototype suédois. Durant la saison hivernale 2000/2001, on a procédé à de nouveaux développements et perfectionnements de l'épandeur et du système de chauffage. Les camions norvégiens ont affiché d'excellentes performances, que ce soit avec un distributeur à rouleaux ou avec une centrifugeuse. La méthode du sable humidifié chaud est recommandée pour une utilisation à grande échelle dans les opérations de gravillonnage quotidiennes en guise d'alternative aux méthodes de sablage traditionnelles.

En Norvège, 88 pour cent des voies publiques, c'est-à-dire 47 300 km, sont exploitées en appliquant ce qu'on désigne par la stratégie des routes hivernales blanches. De grandes quantités de sable sont épandues pour améliorer le frottement sur la glace et la neige. Les limites de cette méthode sont bien connues : le frottement n'est guère amélioré, et l'effet du gravillonnage baisse rapidement au fur et à mesure du passage des véhicules. A la fois pour des raisons pratiques et économiques, il n'est pas toujours possible de respecter les normes imposées.

L'adoption du gravillonnage humide apporte une amélioration significative, tant en ce qui concerne le frottement que sur le plan de la durée de l'effet exercé. On prévoit que la nouvelle méthode aura un impact significatif sur les activités routières hivernales.

2. Arriere-plan

Reconnaissant qu'il était indispensable d'élargir ses connaissances sur tous les types de mesures améliorant le frottement, l'Administration norvégienne des Ponts et Chaussées a lancé en 1997 un projet de recherche mettant l'accent sur la gestion hivernale. Les objectifs de ce projet sont : a) mettre au point des méthodes optimal qui peuvent être utiles dans la pratique et b) élaborer des recommandations pour l'application des techniques du chasse-neige, ainsi que le type et la quantité de sel et de sable qui doit être utilisée dans les différentes conditions.

L'une des principales activités exercées pendant toute la durée du projet consistait à entreprendre des analyses sur le terrain. Ces études pratiques sont constituées par les phases suivantes :

1. Programme d'essai (études scientifiques) pour documenter les résultats des différentes méthodes d'amélioration du frottement
2. Une étude de suivi sur des routes dans 10 pays pour documenter la pratique de la maintenance hivernale existante, à la fois sur des routes salées et des routes sablées.

Dans la première partie des études sur le terrain, l'objectif était d'élaborer une recommandation quant à la meilleure méthode sous différentes conditions.

Les études scientifiques ont révélé que les mesures appliquées avec les nouvelles méthodes de sablage durent plus longtemps que les méthodes de sablage traditionnelles. Tandis que l'effet de l'utilisation du sable froid et sec peut disparaître après le passage de 50 véhicules, il a été prouvé que par l'adjonction d'eau chaude au sable, on pouvait facilement maintenir un niveau de frottement supérieur à la norme, même après le passage de 2 000 véhicules. Dans des conditions routières et météorologiques favorables, des valeurs de frottement satisfaisantes ont été conservées pendant jusqu'à 3 à 7 jours sur des routes ayant un AADT de 1 500.

3. Description de la Methode du Sable Humidifie Chaud

Le premier camion basé sur le principe du sable humidifié chaud en Norvège a été désigné par le "Générateur de Frottement". Cet équipement, qui a été testé pour la première fois durant la saison hivernale 1998/99, a été une épandeuse semi-remorque reconstruite avec un élément à paroi rabattable, voir Figure 1.



FIGURE 1. Prototype Suédois pour le Sable Humidifié Chaud.

Un réservoir d'eau contenant 2.5 m³ et un dispositif de chauffage avec une pompe à eau est montée sur la carrosserie du camion. Cet équipement comporte une épandeuse montée derrière l'élément à paroi rabattable. La méthode est basée sur l'adjonction d'eau chaude au sable et sur la projection d'une pellicule d'eau sur les particules de sable. Lorsque le sable aspergé d'eau quitte l'épandeuse et tombe sur la plate-forme routière, la pellicule d'eau exerce un bref effet de fusion, et le mélange de sable et d'eau gèle alors à la surface. Ceci confère à la plate-forme routière une espèce de texture de papier de verre, voir figure 2.



FIGURE 2 Texture de la Surface de Roulement après l'Épandage d'un Mélange de Sable et d'Eau Chaude sur la Glace.

Les éléments déterminants de cette méthode sont la quantité d'eau, la vitesse d'épandage et la température de l'eau. L'eau est chaude : sa température atteint 90 à 95 °C. La quantité d'eau dans le

mélange de sable et d'eau correspond à environ 30 pour cent du poids, et le dosage normal du sable utilisé est équivalent à 200 grammes/m² en moyenne.

Les essais menés durant la saison hivernale 1999/2000 ont montré que la méthode utilisée en combinaison avec une épandeuse de type "centrifugeuse", donne pratiquement d'aussi bons résultats que le système combiné avec un distributeur à rouleaux, même si les photos de l'épandeuse sont très différentes, voir figures 3 et 4.



FIGURE 3 Aspect Typique de la Route en de Sable Humidifié Chaud et un Distributeur à Rouleaux.



FIGURE 4 Aspect Typique de la Route en Utilisant du Sable Humidifié Chaud et une Centrifugeuse.

Les essais sur le terrain pour les saisons hivernales 1998/1999 et 1999/2000 ont abouti à la conclusion que le développement ultérieur de la méthode devrait être basé sur une épandeuse munie d'une centrifugeuse, un système de chauffage pour l'eau et un conteneur pour le matériau et le transport du sable, donc des équipements suffisants par manipuler le sable. Un distributeur à rouleaux peut aussi être mis en oeuvre en fonction du contexte et des besoins locaux.

4. Mise au Point de Nouvelles Epanduses

Au cours des deux dernières saisons hivernales, le projet a été axé sur la mise au point de nouvelles épanduses et la poursuite des essais avec la méthode du sable humidifié chaud, afin d'analyser les résultats obtenus avec les camions et les effets exercés avec différents types d'épanduses.

Le concept de l'épandeuse et du système de chauffage a subi une profonde transformation durant la période du projet. Le prototype suédois utilisé durant les essais de la saison hivernale 1998/99 était basé sur l'installation d'une unité combinant un réservoir d'eau avec un système de chauffage sur l'élément à paroi rabattable, et sur l'utilisation d'un distributeur à rouleaux, voir figure 1. Ce camion peut uniquement être utilisé pour l'épandage de sable. La saison hivernale 1999/2000 a été une saison intermédiaire et le développement s'est poursuivi lors de la saison hivernale 2000/2001. Dans le concept le plus récent, le système de chauffage et les réservoirs d'eau sont séparés, voir figure 5. Le nouveau type d'épandeuse en combinaison avec une centrifugeuse peut être utilisé à la fois pour l'épandage de sable et de sel, avec ou sans adjonction de liquide.



FIGURE 5 Nouveau Concept du Sable Humidifié Chaud. Le Camion à gauche peut aussi être utilisé pour l'épandage du Sel.

Le développement est encore loin d'être achevé, mais les essais poursuivis cet hiver ont confirmé les résultats des saisons hivernales précédentes. Par conséquent, il y a maintenant 3 constructeurs d'équipements qui commercialisent en Norvège des unités conçues pour appliquer la nouvelle méthode de sablage.

La figure 6 présente des épanduses basées sur le principe du sable humidifié chaud des 3 fabricants différents présents sur le marché norvégien. Toutes ces épanduses utilisent une courroie transporteuse pour acheminer le sable, mais il y a certaines différences aux niveaux des types d'épanduse, du système de chauffage et des réservoirs d'eau.

- Camion 1. Le premier camion de la photo 7 correspond au nouveau concept. Le système de chauffage est placé derrière la cassette de l'épanduse et la puissance calorifique totale atteint 185 kW/h avec 2 brûleurs. Les réservoirs d'eau ont une contenance de 3,2 m³ et le camion peut charger 8 m³ de sable. Ce camion oblige à utiliser une centrifugeuse.
- Le Camion 2 est l'un des prototypes norvégiens de la saison hivernale 1999/2000 équipé du système de chauffage intégré, combinant les réservoirs d'eau avec le système de chauffage. Ce camion utilise un distributeur à rouleaux. L'eau est préchauffée à environ 40 °C, puis chauffée jusqu'au point d'ébullition avant l'épandage des matériaux.
- Le Camion 3 correspond au nouveau concept. Le système de chauffage est le même que sur le premier camion de la photo 7, mais l'épanduse et les réservoirs d'eau sont d'un modèle différent. La capacité de charge est la même que pour le Camion 1. Ce camion fait également appel à une centrifugeuse.
- Le Camion 4 adopte une nouvelle construction assez similaire au Camion 2. Le puissance calorifique atteint 186 kW/h. Les réservoirs d'eau ont une contenance de 2,4 m³. Le camion 4 est utilisé ici avec un distributeur à rouleaux.



FIGURE 6. Epanduses de Sable Humidifié Chaud.

5. Programme d'Essai pour Evaluer les Nouvelles Epanduses

Durant la saison hivernale 2000/2001, nous avons mis l'accent sur l'essai de nouvelles épanduses et sur l'acquisition de nouvelles expériences avec la nouvelle méthode dans les activités courantes. Néanmoins, il y a eu un certain retard dans la livraison des épanduses, ce qui nous a laissé moins de temps pour tester les nouvelles épanduses à grande échelle dans nos opérations quotidiennes.

L'accent a été mis sur l'importance de l'essai des épanduses dans des conditions contrôlées. Le premier test d'une construction totalement nouvelle a révélé certains défauts mineurs, qui ont maintenant été réparés.

La Figure 7 montre le dessin d'une section d'essai pour l'un des essais effectués sur la E136 avec différentes méthodes de sablage. Cette section est divisée en champs de 1 km de long chacun. La même opération est appliquée dans chaque direction sur le même champ.

Deux études scientifiques complètes ont été menées durant la saison hivernale 2000/2001. Ces études sur le terrain portent sur 35 sections routières dans chaque direction et sur une longueur de 1 km. L'ensemble de l'étude couvre 70 champs d'étude d'une longueur de 70 km.

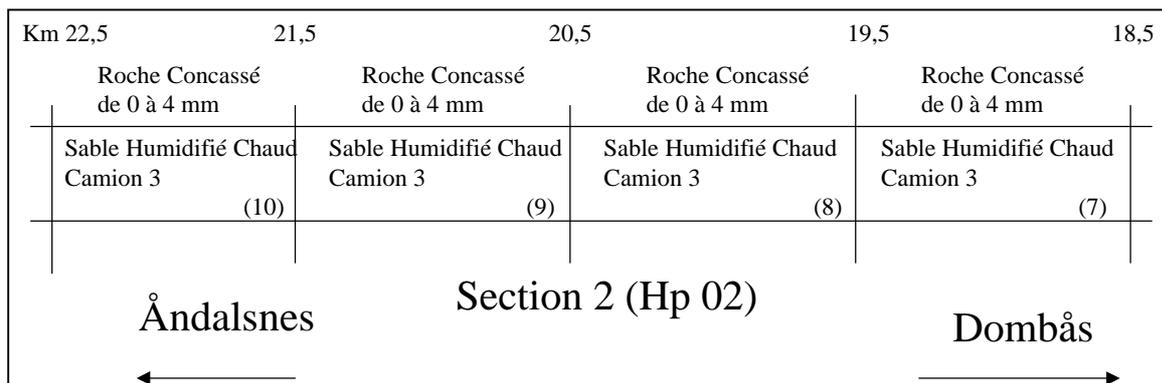


FIGURE 7. Dessin d'une Section d'Essai pour les Essais de Sablage.

L'effet est mesuré de deux façons : 1) en fonction du degré dans lequel le frottement est amélioré et 2) d'après la durée pendant laquelle l'amélioration apportée reste sensible. Deux instruments de mesure du frottement différents (OSCAR et ROAR) ont été utilisés pour déterminer le niveau de frottement. Ces deux instruments adoptent le principe de la mesure continue, avec une roue d'essai de glissement variable. Les mesures du frottement sont appliquées jusqu'à ce que le niveau de frottement sur le terrain qui a l'effet le plus durable ait retrouvé le niveau initial, ou que l'essai soit perturbé par un changement des conditions météorologiques. Le système d'évaluation inclut également la possibilité d'enregistrer tous les 20-mètres des images vidéo simultanées, ainsi que les mesures du frottement. Des informations sont recueillies sur la météo routière et on compte le nombre de véhicules.

Pour évaluer les résultats des différentes épanduses, un appareil photo thermique a été utilisé dans deux des essais scientifiques. Cet appareil est un Inframetrics SC1000 qui fonctionne à des températures de -10 à +2000 degrés Celsius. Sa sensibilité est de 0,1 °C. Pour l'analyse des photos, l'émissivité pour un mélange de sable et d'eau est réglée sur 0,94.

6 Résultats de la Saison Hivernale 2000/2001

Les figures 8 et 9 présentent des photos de quatre épanduses présentées à la figure 7 prises avec l'appareil photo thermique. La figure 9 montre à gauche le prototype norvégien construit en 1999/2000 (Camion 2) et à droite la nouvelle épanduse basée sur l'utilisation d'un distributeur à rouleaux (Camion 4). Les deux épanduses donnent d'excellents résultats quasiment identiques. Une température uniforme règne sur toute la largeur de l'épanduse et la température est presque identique sur la surface de roulement. La figure 10 (Camion 1) à gauche et (Camion 3) à droite indique la température lorsqu'on utilise la centrifugeuse. Les deux épanduses munies de centrifugeuses ont des températures quasiment identiques. En comparant la centrifugeuse avec le distributeur à rouleaux, il semble que la différence entre le distributeur à rouleaux et la centrifugeuse a diminué. Il n'y avait que des différences minimales dans la répartition de la chaleur. Ceci est également vrai à des températures plus basses, voir figure 10.

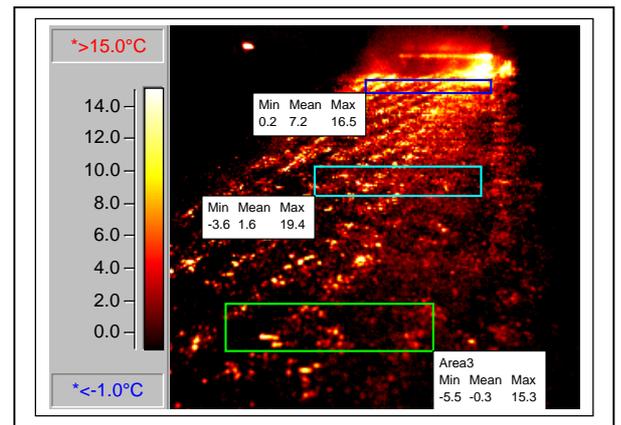
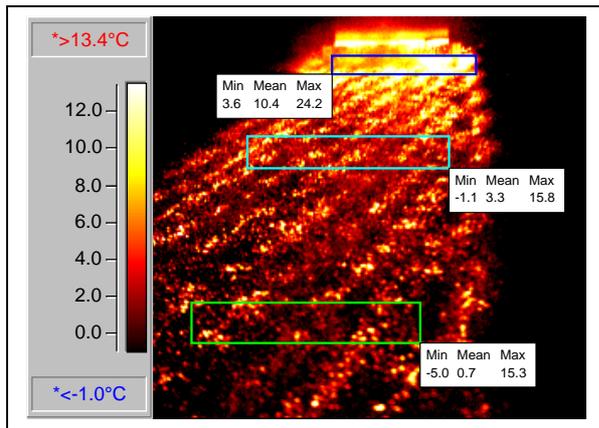


FIGURE 9 Sable Humidifié Chaud, Prototype Norvégien (Camion 2). Photo prise avec un Appareil Photo Thermique 13.02.2001, Air : $-2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Surface de Roulement : $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

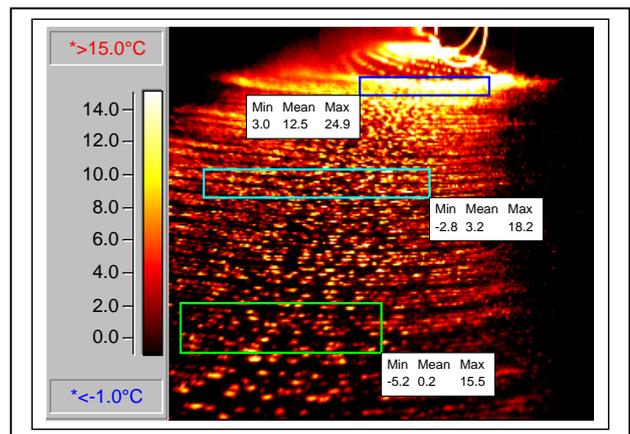
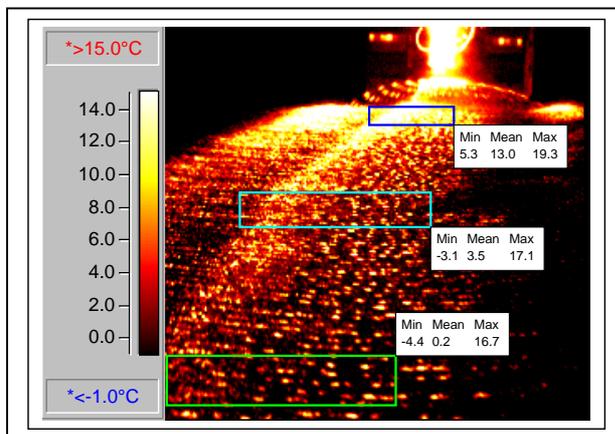


FIGURE 10 Sable Humidifié Chaud, Nouvelle Épandeuse avec un Distributeur à Rouleaux (Camion 1). Photo prise avec un Appareil Photo Thermique 13.02.2001, Air : $-2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Surface de Roulement : $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

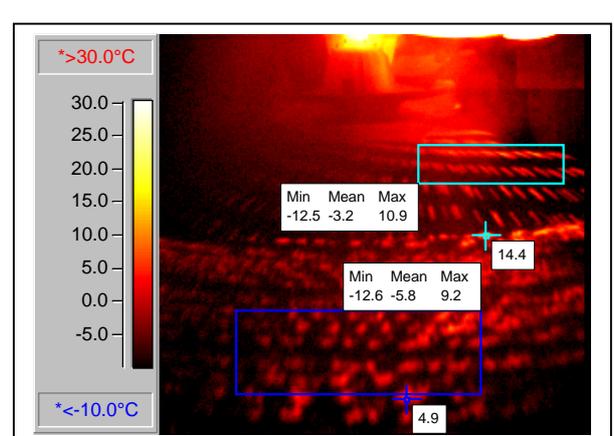
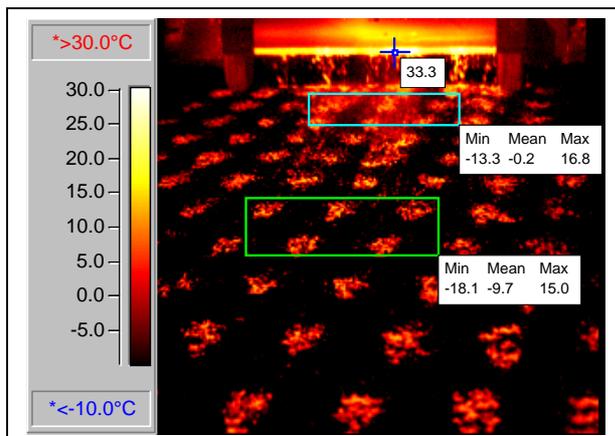


FIGURE 11. Photo prise avec un Appareil Photo Thermique 16.01.2001, Air : $-18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Surface de Roulement : $-14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Camion 2 (Type à Distributeur à Rouleaux) à gauche et Camion 3 (Type à Centrifugeuse) à droite.

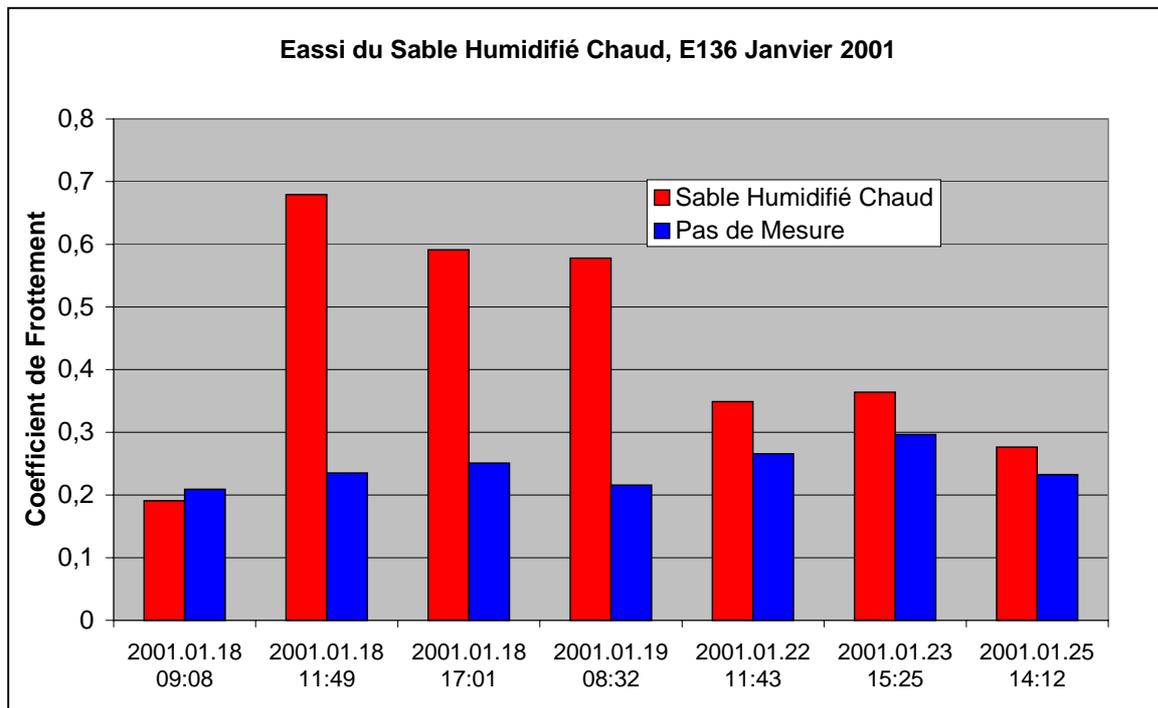


Figure 12. Résultats de l'Essai sur le Terrain avec du Sable Humidifié Chaud

La figure 12 montre les résultats de l'un des essais sur la E136 effectué avec différentes méthodes. L'avant dernière mesure du frottement a été faite 5 jours après le sablage. Même si une grande partie du sable est usée (voir figure 13) il y a encore suffisamment de sable à la surface pour accroître le frottement au-delà du niveau de référence.



Figure 13 Champ d'Essai recouvert de Sable Humidifié Chaud le 18 Janvier 2001. Photo prise le 22 Janvier.

La figure 17 présente les résultats des essais des nouvelles épanduses par rapport au prototype norvégien mis au point en 1999/2000 (Camion 2). On n'a constaté que des variations minimales entre les différents camions. Il n'y avait pas de différence significative entre les camions à distributeur à rouleaux et ceux munis d'une centrifugeuse en ce qui concerne l'accroissement du niveau de frottement.

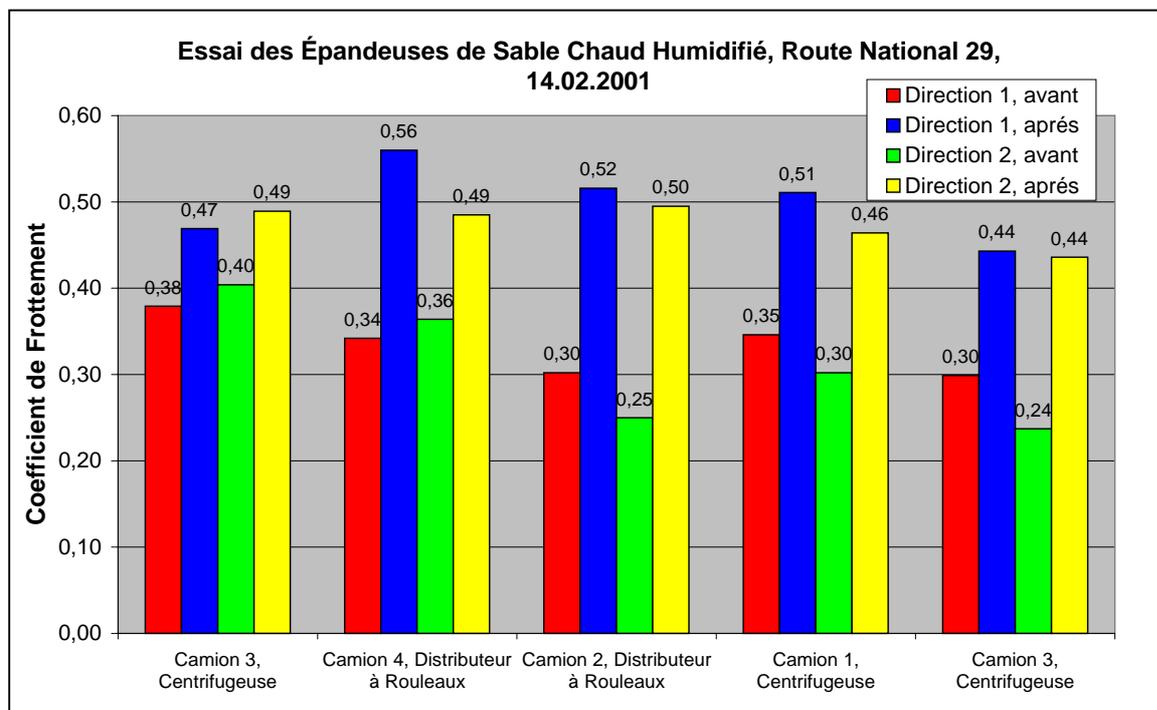


FIGURE 13. Essai sur le Terrain sur la RN 29 en Février 2001. Amélioration du Frottement juste après la Mesure.

7. Mise en Œuvre de la Nouvelle Methode de Sablage

7.1 Récapitulation de la nouvelle méthode

Les essais sur le terrain entrepris durant la saison hivernale 2000/2001 confirment les résultats de la saison passée. De bons résultats ont été obtenus avec les nouveaux camions. Sur la base des expériences faites, on a conclu que la méthode du sable humide en particulier a une large gamme d'applications, et peut par conséquent être recommandée comme complément aux méthodes de sablage existantes. Le principal enseignement est l'effet durable prolongé et l'amélioration du frottement. Il importe de souligner que la méthode du sable chaud peut être appliquée dans des conditions sur lesquelles les méthodes traditionnelles ont peu d'effets, voire aucun effet.

- “Glace bleue” dure,
- Route où circule un pourcentage élevé de véhicules lourds,
- Glace fine ou verglas sur le bitume.

La nouvelle méthode permet également de respecter la norme de frottement dans des conditions sous lesquelles on répand habituellement le sable moins fréquemment que ce qui est nécessaire pour respecter la norme de frottement.

7.2 Description de l'organisation existante

En Norvège, 88 pour cent des voies publiques, c'est-à-dire 47 300 km, sont exploitées en appliquant ce qu'on désigne par la stratégie des routes hivernales blanches. De grandes quantités de sable sont épandues pour améliorer le frottement sur la glace et la neige. Le volume total épandu durant un hiver moyen atteint 400 000 tonnes, c'est-à-dire 8,5 tonnes par km. Les limites de cette méthode sont bien connues : l'amélioration du frottement est minime, et l'effet du gravillonnage est rapidement atténué par le trafic. Pour des raisons à la fois pratiques et économiques, il n'est pas toujours possible de respecter les normes de frottement imposées.

La pratique habituelle en Norvège consiste à structurer le réseau routier national en sections opérationnelles de 30 à 60 kilomètres, à la fois pour l'utilisation du chasse-neige, le sablage et le salage. La longueur de la route est adaptée aux normes : plus la norme est rigoureuse, plus la section à traiter est courte. Au total, le réseau public national et provincial est desservi par 1 200 camions épandeurs de sable. Sur ceux-ci, 120 véhicules sont de type à centrifugeuse, la plupart sont de type à remorque avec des distributeur à rouleaux.

Pour le sablage, qui est appliqué sur des routes selon la stratégie routière hivernale, la norme prescrit que lorsque le frottement tombe en dessous de 0,25, le sablage doit être fait dans les 2 heures. Si le trafic est inférieur à 1 500 véhicules par jour, l'exigence est de quatre heures. Néanmoins, le feedback des usagers de la circulation nous a appris qu'ils ne sont pas satisfaits de ces délais. A partir du moment où l'initiative doit être prise, le camion doit être chargé, et l'épandage entrepris. C'est un défi majeur de répondre aux exigences dans les délais prescrits si jamais il était indispensable d'épandre d'une manière continue.

Toutefois, le problème est que ce sable a souvent disparu une fois qu'à peine quelques véhicules sont passés. Dans bien des cas, il sera difficile de respecter la norme de frottement en appliquant les méthodes de sablage traditionnelles, car il n'est pas possible dans la pratique d'utiliser les ressources nécessaire pour satisfaire à cette norme. En vertu de la documentation disponible, il est bien connu que sur une route où circulent 2 000 véhicules par jour, environ 12 à 40 mesures de sable sec seront nécessaires sur une période de 24 heures pour répondre aux exigences de frottement, alors qu'il suffit d'une seule mesure de sable humidifié chaud. Il est évident que c'est hors de portée des ressources disponibles d'appliquer le niveau de mesures requis par les méthodes traditionnelles. La quantité des mesures peut atteindre 3 ou 4 pendant une journée où les conditions de circulation sont difficiles.

L'organisation existante chargée du sablage est impuissante sur trois plans :

1. L'effet du sablage ne s'exerce que pendant une durée limitée,
2. On est souvent incapable de respecter les délais à cause du manque de capacité,
3. Les usagers de la circulation ne sont pas satisfaits des normes/délais de réaction de l'administration des ponts et chaussées, et du manque de gravillonnage répété.

7.3 Analyse des possibilités offertes par la nouvelle méthode

L'adoption du gravillonnage humide apporte une amélioration significative, à la fois en ce qui concerne le frottement et sur le plan de la durée de l'effet, figure 14.

Aussi bien les essais contrôlés et les reports des différents pays confirment l'efficacité de la nouvelle méthode. Dans des conditions normales et stables sans précipitations, l'effet d'une mesure de sable humidifié chaud durera 10 à 20 fois plus longtemps que celui du sable sec, avec le même volume de trafic. Cette méthode est maintenant si bien documentée qu'elle peut être recommandée en guise d'alternative au sablage sec traditionnel. Avec une gradation fine, l'eau et la boue de sable adhèrent uniformément à la chaussée nue si la température de surface est inférieure à 0 degré Celsius.

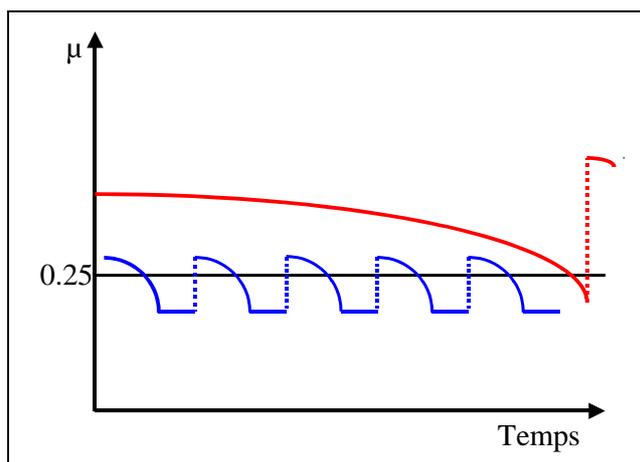


FIGURE 14 Schéma du Frottement en Fonction

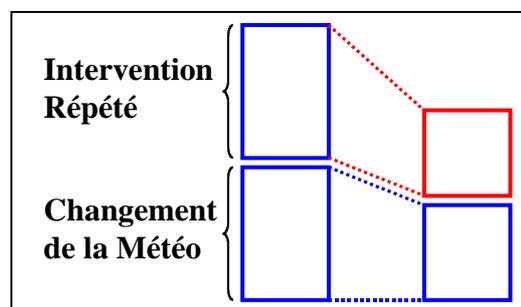


Figure 15 Evolution de la Quantité de du Temps Production par l'Utilisation du Sablage Humide

En plus d'un effet meilleur et plus durable, la méthode du sable humidifié chaud aura aussi un impact favorable sur l'environnement en réduisant la quantité de sable utilisée. Les calculs préliminaires indiquent qu'il est possible de réduire la consommation de sable de 40 à 50 pour cent.

On prévoit que la nouvelle méthode aura un impact significatif sur les opérations routières hivernales, et ce, à trois niveaux :

- Le rayon d'action (la capacité) de chaque camion d'épandage humide sera sensiblement accru, ce qui permet d'améliorer l'organisation de l'ensemble des services d'épandage.
- Sous certaines conditions, l'épandage humide peut être entrepris en tant que mesure préventive, ce qui signifie que le travail peut être planifié à l'avance, et être achevé, dans une large mesure durant les heures de travail normales, ce qui réduit les coûts d'intervention d'urgence et les coûts de main-d'œuvre.
- L'amélioration sensible du frottement doit être évaluée en liaison avec les normes à respecter.

Ces nouvelles caractéristiques obligent à remanier l'organisation des activités de gravillonnage. L'épandage qui peut être fait à l'avance en tant que mesure préventive sera entreprise avec de nouvelles épanduses de sable humide. Au milieu de l'hiver, on prévoit que ceci constituera un élément majeur de l'activité d'épandage totale. A ce stade, nous estimons qu'un camion de sable humide couvrira un réseau routier de 300 à 500 km. L'effet bien plus durable du gravillonnage chaud et humide réduira sensiblement la nécessité de mesures d'épandage répétées, figure 15. La production du sablage humide remplacera le sablage traditionnel. La nécessité des camions d'épandage traditionnels sera réduite. Dans quelle mesure ? Tout dépend du pourcentage de sablage humide qui est possible en tant que mesure préventive. Néanmoins, pour réagir aux rapides changements météorologiques, nous aurons toujours besoin d'une flotte d'épanduses traditionnelles, mais le sablage quotidien avec ces équipements sera remplacé dans une large mesure par le sablage humide.

7.4 Plan de l'organisation et des opérations en hiver 2001/2002

Durant la saison hivernale 2000/2001, 4 pays sur un total de 19 pays ont commencé à appliquer la nouvelle méthode dans leurs activités de gravillonnage quotidiennes. Nous considérons que cette évolution est une importante étape vers une utilisation plus intensive de cette méthode. La généralisation de cette nouvelle méthode dépendra du développement ultérieur d'engins qui fonctionnent efficacement.

Les constructeurs d'épanduses semblent relever le défi, mais pour le moment, nous ne sommes pas en mesure de prédire combien d'épanduses de sable humide supplémentaires nous pourrions obtenir pour l'hiver 2001/2002.

Sur la base de l'expérience que nous avons acquise durant l'hiver 2000/2001, nous apporteront quelques changements à la structure d'organisation. Au lieu de combiner les activités des chasse-neige et des épanduses, nous affecterons un camion exclusivement à l'épandage humide. L'objectif est tirer un avantage optimal de l'efficacité de l'épandage humide en guise de mesure préventive.

7.5 Perspectives

Nous en sommes à la phase initiale de mise en oeuvre de l'épandage humide. Le défi actuel consiste à passer de la phase expérimentale à la production à grande échelle. Durant la saison 2000-2001, nous avons prévu plusieurs camions d'épandage munis d'équipements d'épandage humide. A ce jour, les constructeurs des équipements ont plus ou moins progressé dans le développement du matériel. En même temps, nous souhaiterions acquérir un peu plus d'expérience pour optimiser l'organisation de nos futurs services d'épandage. Selon notre hypothèse, une unité d'épandage humide remplacera 3 à 5 camions d'épandage ordinaires.

Les nouvelles possibilités nous inspirent à formuler une vision : mettre au point un service de gravillonnage qui soit à la fois efficace pour les usagers de la route et efficace pour l'administration des ponts et chaussées. La mise en oeuvre du sablage humide doit être définie comme un objectif majeur. A l'heure actuelle, nous avons mis au point les stratégies suivantes pour atteindre cet objectif : 1) Le sablage humide comme élément essentiel du gravillonnage. 2) Le sablage préventif. 3) Une catégorie de camions exclusivement consacrée au sablage humide.

Nous prévoyons que l'organisation des opérations de sablage va encore évoluer sensiblement au cours des 2 ou 3 prochaines années.

Les avantages de la mise en oeuvre de la nouvelle méthode sont :

- Un frottement amélioré et de meilleures conditions de conduite hivernale.
- Davantage de facilité pour répondre aux exigences des normes.
- Une consommation plus réduite de sable.
- La mise en place d'un service hivernal plus efficace.

8. References

Dahlen, J., Vaa, T. : **Winter Friction Project in Norway**. Fifth International Symposium on Snow Removal et Ice Control Technology. September 5-8 2000, Roanoke Virginia

Vaa, T. : **New Sanding Method in Norway**. PNS Snow Conference. 28-31 mai 2001, Kelowna, BC Canada