

Essonne : vers une meilleure maîtrise de la viabilité hivernale

Claude CHAUSSOY, Claude DARNAULT, Philippe PECQUENARD

Dans l'exploitation de son réseau routier, le département de l'Essonne s'est engagé dans une démarche d'amélioration de la viabilité hivernale. La Station d'essais de matériels routiers de Blois a appliqué aux épanduses de sel une méthode de test à poste fixe permettant d'évaluer ces machines.

Cette méthode repose sur la vérification des paramètres agissant sur le dosage. La quantité de sel épanchée est mesurée par pesage dynamique. Les résultats de ces évaluations montrent que le fonctionnement optimum des épanduses de sel n'est obtenu que si ces machines sont entretenues, contrôlées et réglées avant leur mise en service hivernale.

Cette action d'évaluation des saleuses a permis au conseil général de l'Essonne et aux entreprises réalisant le salage, de mettre en place des opérations correctives à partir des résultats obtenus.

Abstract

Essonne: towards better control of winter service

In the operation of its highway network, the Essonne department (region) has undertaken efforts to improve winter service. The Blois road equipment test station has applied a stationary test method to salt spreading machines designed to evaluate their performance. This method is based on the verification of parameters acting on the distribution function. The amount of salt distributed is measured by dynamic weighing. The results of these evaluations show that the optimum operation of salt spreaders is achieved only if these machines are maintained, checked and adjusted before being put into winter service. This salt spreader evaluation action has enabled the Essonne regional council and the contractors performing the salting operations to set up corrective operations based on the results obtained.

La viabilité hivernale dans nos régions urbanisées de plaine doit répondre à de multiples exigences. Si la sécurité des personnes reste, bien entendu, la première préoccupation, elle est loin d'être suffisante. La demande des usagers se porte de plus en plus sur la qualité du service rendu qui doit être identique, quelle que soit la saison en gommant les rigueurs hivernales. De plus, assurer à tout moment le transport des marchandises lorsque l'économie prône les flux tendus et le stock zéro, constitue un objectif crucial. Enfin, chaque maître d'ouvrage a pour préoccupation de préserver l'environnement en limitant les atteintes au milieu naturel par l'épandage des fondants utilisés en service hivernal.

Difficulté supplémentaire s'il en était besoin, les événements météorologiques qui ont des incidences sur les conditions de circulation : ils dépendent très largement de facteurs, comme l'altitude de l'isotherme zéro, et sont difficiles à prévoir avec précision.

Pour répondre et s'adapter à ces exigences, le conseil général de l'Essonne poursuit une démarche de progrès en matière de viabilité hivernale selon la procédure suivante :

- Le niveau de service recherché est le même sur toutes les routes départementales ;
- Les interventions de salage sont exécutées par les entreprises titulaires des baux d'entretien. Celles-ci fournissent le sel. Elles sont rétribuées suivant un prix forfaitaire par kilomètre et selon le dosage en sel demandé.

La démarche de progrès a beaucoup porté sur l'organisation du service hivernal et son fonctionnement, par :

- l'adaptation des circuits ;
- l'augmentation du nombre de saleuses ;
- l'amélioration de la prise en compte des prévisions météorologiques ;
- l'établissement de scénarios et la prise de décision.

Cette démarche n'aurait pas été suffisante sans une action sur les matériels de salage en contrôlant les quantités de sel répandues. Il est impératif que ces machines appliquent de manière uniforme sur la chaussée la quantité de sel nécessaire et suffisante.

Le département de l'Essonne, direction des Infrastructures, des Transports et des Equipements, a ainsi fait appel à la Station d'essais de matériels routiers de Blois (SEMR) division du CETE Normandie-Centre pour conduire avec les entreprises titulaires des baux d'entretien une démarche partenariale d'évaluation des matériels. A l'initia-

tive du Setra et du LCPC, la SEMR a mis au point une méthode d'évaluation des performances des saleuses et d'un dispositif de mesure de la quantité de sel répandue [1]. Organisée par les unités techniques territoriales est et ouest du département de l'Essonne, l'opération menée en quelques mois a recensé un nombre important d'épanduses de sel et a conduit à des recommandations de préparation et d'emploi des saleuses. Elle a permis également à la SEMR de valider la procédure d'évaluation prévue pour ces machines.

La méthode

La saleuse installée à poste fixe sur des « rouleaux libres » répand le sel dans un bac peseur durant un temps correspondant à une distance parcourue de 200 mètres. A l'arrêt de l'épandage, on détermine le dosage appliqué par la machine ainsi que la régularité de celui-ci. Les paramètres vitesses d'avancement et largeur d'épandage ont été contrôlés préalablement à ces essais. Pour la vitesse d'avancement du véhicule la vérification s'effectue en mesurant le temps de parcours sur une distance connue. Pour la largeur d'épandage l'inspection s'effectue en mesurant le point d'impact du sel au sol conformément à la norme NFP 98 793 (figure 1).

La procédure d'évaluation des performances des saleuses fait l'objet actuellement d'un projet de norme qui comprend les tests suivants :

- la vérification de la vitesse d'avancement du véhicule ;
- la vérification de la largeur d'épandage ;
- la vérification de l'abaque des dosages ;
- la vérification de l'asservissement de la saleuse ;
- l'influence de la quantité de sel dans la trémie ;

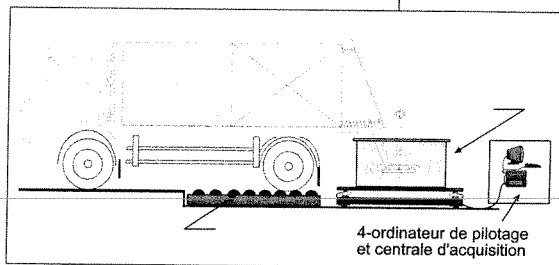


Figure 1
Installation de mesure du dosage
Distribution measurement installation

▼ **Claude CHAUSSOY**
directeur
des Infrastructures
des Transports et
des Equipements
du conseil général
de l'Essonne

▼ **Claude DARNAULT**
assistant au CETE
Normandie-Centre
SEMR de Blois

▼ **Philippe PECQUENARD**
chef de section des TPE
au CETE Normandie-
Centre
SEMR de Blois



Photo 1
Mesure du dosage sur une saleuse
Salt distribution measurement on a spreader

- les phases d'arrêt et de démarrage du salage.

Les tests d'influence du remplissage de la trémie et de démarrage n'ont pas été réalisés pour les machines de l'Essonne. L'état général du matériel a été noté ainsi que les habitudes de travail des conducteurs et leurs connaissances de l'engin (photo 1).

Les essais des épanduses de sel

Les essais des épanduses de sel ont été effectués en deux séries, la première en novembre et décembre 1997, la seconde en juin 1998.

Vingt-deux machines de plusieurs constructeurs et de technologies différentes ont été testées :

- 17 saleuses à vis;
- 4 saleuses à tapis;
- 1 saleuse à chaîne et racleurs.

L'âge des saleuses allait de 1 à 19 ans. Une seule de ces machines était équipée d'un dispositif de dosage automatique.

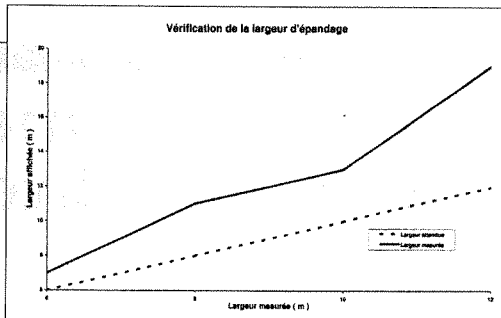
La vérification de la vitesse du véhicule

L'affichage de la vitesse d'avancement du véhicule est toujours bon (en moyenne $\pm 1\%$). Ceci s'explique par le contrôle périodique des tachygraphes des poids lourds. Les vérifications à 15, 30, 50 km/h sont dans la zone de fonctionnement normal de ces indicateurs.

La vérification de la largeur d'épandage du sel sur une chaussée

Les épanduses de sel en grains utilisent un disque rotatif muni de plusieurs ailettes qui projettent le sel à l'arrière de l'engin. Pour faire varier la largeur d'épandage du sel, on fait varier la vitesse du disque. Pour décaler l'épandage du sel par rapport à l'axe de la saleuse, on modifie le point d'injection du sel sur le disque. On peut ainsi traiter les chaussées dans l'axe de la machine ou déporter l'épandage du sel vers la gauche ou vers la droite.

La largeur d'épandage est l'un des paramètres essentiels pour parvenir au dosage requis. En effet, malgré un bon choix de dosage sur le boîtier, si la vitesse de rotation



SEMR de Blois

Figure 2
Vérification de la largeur d'épandage : cas d'une largeur excessive
Verification of spreading width: case of an excessive width

du disque d'épandage n'est pas conforme aux données du constructeur, le dosage effectif sur la chaussée ne sera pas correct. Par exemple, si la largeur d'épandage est trop importante par rapport à ce qui est affiché sur le boîtier, on aura sur la chaussée un dosage inférieur à celui attendu, donc une action du sel insuffisante. Ce cas conduit assez souvent à utiliser un dosage plus fort que celui demandé. La consommation de sel sera donc plus importante que celle théoriquement nécessaire. Le sel qui aura été projeté trop loin est inutile et engendre un effet négatif sur l'environnement (figure 2).

Sur les machines évaluées, la largeur de l'épandage est rarement bien maîtrisée. Ainsi pour les largeurs contrôlées de 4, 6, 8, 10 et 12 mètres :

- 1 machine a une largeur d'épandage correcte à 10 % près;
- 5 machines ont des largeurs à 20 % près;
- 5 machines ont des largeurs à 30 % près;
- 10 machines présentent de bons résultats pour seulement une ou deux largeurs affichées, les autres largeurs sont incorrectes de - 70 % à + 60 %;
- Par manque d'entretien, une machine relativement récente (cinq ans) ne pouvait répandre qu'à une seule largeur (3,5 m).

Il est donc nécessaire avant la campagne hivernale de régler la vitesse de rotation du disque aux paramètres définis par le constructeur de la saleuse.

La vérification du dosage et de sa régularité longitudinale

La vérification du dosage comprend la mesure du dosage et de sa régularité longitudinale (CVL). On compare les résultats obtenus au dosage affiché sur la machine afin de calculer l'écart de dosage. Celui-ci permet de déterminer la capacité de la saleuse à effectuer le travail demandé. Le

CVL permet d'apprécier la qualité de l'épandage dans le sens longitudinal de la chaussée. Un CVL élevé indique de fortes variations de dosage en sel malgré un dosage moyen qui peut être bon.

Le dosage

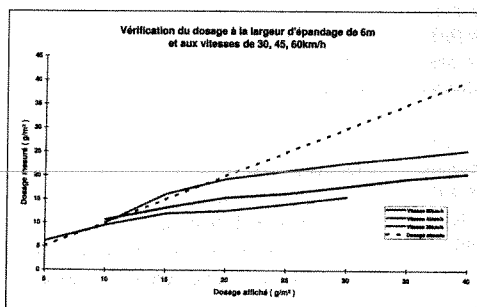
Les résultats de l'ensemble des mesures de dosage montrent que les saleuses peuvent rarement fonctionner avec un résultat acceptable sur l'ensemble de leur plage d'utilisation.

Une seule parmi les machines testées présente un dosage en sel satisfaisant à 20 % près sur toute sa plage de fonctionnement. Pour les autres machines, le dosage mesuré évolue dans une plage importante. Pour certaines, on note une absence de salage bien que les éléments d'extraction et de distribution soient en fonctionnement. Pour d'autres, on constate un surdosage de 200 % par rapport au dosage requis. Ces écarts importants sont dus en partie à un mauvais réglage de la largeur d'épandage, comme indiqué au paragraphe précédent. Mais la mauvaise largeur ne peut pas expliquer à elle seule ces décalages. Des défauts de réglage des éléments d'extraction et le manque d'entretien des saleuses sont aussi à l'origine des écarts obtenus sur les dosages en sel (figure 3). Ainsi on peut recenser :

- des vitesses de rotation ou de translation erronées;
- des dérèglages des commutateurs ou des autres moyens de commandes;
- un mauvais état du circuit hydraulique (fluide et commandes);
- une usure générale de la machine et le non-remplacement des pièces usagées.

La régularité longitudinale

On constate que la distribution longitudinale du sel répandu par ces machines est généralement mauvaise notamment aux



SEMR de Blois

Figure 3
Vérification du dosage recherché : il n'est obtenu que pour les faibles dosages affichés
Verification of desired distribution: obtained only for low distribution settings

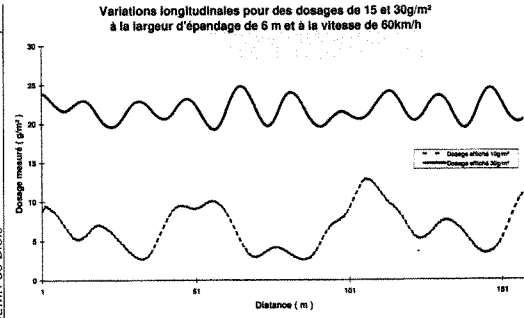


Figure 4
Variations longitudinales du dosage. Pour les mêmes paramètres (vitesse d'avancement et largeur), le dosage affiché de 15 g/m² est plus dispersé (CVL 40 %) que le dosage à 30 g/m² (CVL 7 %)

Longitudinal variations in

distribution. For the same parameters (advancing speed and width), the displayed distribution of 15 g/m² is more scattered (LVC 40%) than distribution at 30 g/m² (LVC 7%)

faibles dosages. Ceci s'explique en partie par des vitesses trop lentes des éléments d'extraction et de distribution du sel. Le dérèglement ou l'usure de ces éléments est également un facteur perturbant en particulier avec un sel à teneur en eau élevée ou à pourcentage d'impuretés important. Dans ce cas, le sel arrive par paquets et ne peut pas être égalisé par l'effet du disque distributeur.

La régularité longitudinale de l'épandage est caractérisée par le coefficient CVL. Ce coefficient est déterminé par calcul à partir de l'écart type et de la moyenne de la distribution. Les valeurs de CVL varient de 2 à 10 % pour les forts dosages et de 20 à 60 % pour les faibles dosages. Une mauvaise régularité longitudinale entraîne sur la chaussée un déficit en sel par endroit. Bien que la circulation soit un facteur d'étalement non négligeable, la sécurité de l'usager n'est pas totalement assurée car on retrouve sur la chaussée des zones traitées plus rapidement que d'autres (figure 4).

Le dosage et les saleuses asservies

Une seule parmi les saleuses testées était équipée d'un dispositif d'asservissement à la vitesse du véhicule à la largeur d'épandage. La méthode de vérification consiste à faire varier en fonctionnement continu un des paramètres d'épandage tout en maintenant les autres fixes. On détermine le dosage réel et sa régularité longitudinale durant les variations du paramètre étudié. Les résultats de l'étude de l'asservissement montrent que celui-ci compense correctement les variations qui lui sont appliquées. Le surdosage général est dû principalement

à une largeur d'épandage incorrecte. Les variations de largeur sont d'ailleurs les moins bien prises en compte par l'asservissement (figure 5).

L'état des machines et la formation du personnel

Certaines machines présentées souffraient d'un manque d'entretien évident. Plus les machines sont anciennes moins elles sont réparées et réglées.

On a pu constater

- des disques de distribution et des glissières troués faisant tomber le sel directement sur la chaussée ;
- des disques qui n'étaient plus horizontaux ;
- des vis d'extraction trop usées ne pouvant plus entraîner suffisamment de sel ;
- des réglages totalement ou partiellement inopérants ;
- des machines bien entretenues auraient mérité pour fonctionner correctement des réglages simples selon les données du constructeur.

Afin d'améliorer la qualité des travaux de salage, il est indispensable d'assurer une maintenance correcte des machines et de donner aux conducteurs une formation efficace.

Mieux connaître le fonctionnement des saleuses leur permettrait de mieux appliquer les instructions du donneur d'ordre et de changer certaines habitudes sources de non-qualité (photo 2).

Conclusion

La démarche du conseil général de l'Essonne a mis en évidence des défauts impor-



Photo 2

Les saleuses doivent être entretenues et réglées pour être efficace

Salt spreading machines must be maintained and adjusted for effective performance

tants sur les machines contrôlées. Une seule épandeur de sel a permis d'obtenir le dosage requis à 20 % près, quels que soient les paramètres d'épandage. Certains défauts pourront être corrigés par les utilisateurs, notamment en réglant leurs machines selon les préconisations du constructeur et en réparant les éléments défectueux. Quelques machines trop anciennes ne sont plus aptes à réaliser des épandages de sel suivant les exigences actuelles.

Les conducteurs n'ont pas une connaissance suffisante de leur machine, ni du rôle de celle-ci pour l'obtention de la qualité dans les travaux de viabilité hivernale.

L'avenir

Cette évaluation a fourni aux différents partenaires de l'opération, conseil général de l'Essonne, SEMR, entreprises, et sans doute au-delà, aux fabricants de machines, des informations concrètes et communes relatives au fonctionnement des saleuses. Ces informations aideront à poursuivre en commun une démarche d'amélioration progressive du service hivernal, chacun tirant cependant ses propres conséquences de l'expérience.

La SEMR a ainsi validé sa procédure et ses dispositifs de mesure, avec comme objectif la rédaction d'une norme de contrôle ⁽¹⁾. Le conseil général, pour sa part, a pris la mesure des problèmes rencontrés. Dans le cadre de la commande passée aux entreprises, il peut déjà programmer des actions correctives.

Dans un premier temps il s'agit de :

- vérifier les matériels et de les régler aux données des constructeurs avant la campagne de viabilité hivernale ;
- évaluer les matériels en cours de campagne ;
- améliorer la formation des chauffeurs.

Dans un deuxième temps, il s'agit :

- d'établir un nouveau CCTP prévoyant un contrôle type et le respect de prescriptions ;
- d'inciter les entreprises à se doter de nouvelles machines.

Pour les entreprises, l'expérience acquise les aide également à adapter leur personnel et leurs matériels pour mieux répondre aux besoins du client. Elles disposent d'informations objectives pour l'établissement de leurs programmes de maintenance et de renouvellement du parc de saleuses. ■

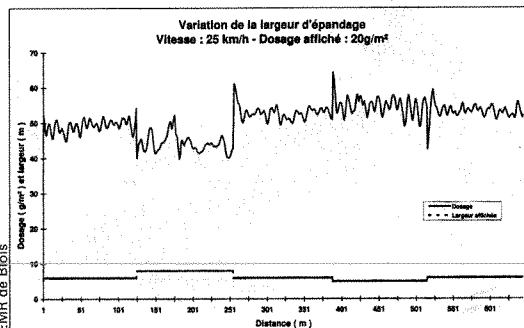


Figure 5
Etude d'un automatisme : variations de largeur d'épandage. On remarque que l'automatisme n'a pas réagi normalement à l'augmentation de largeur intervenue à la distance de 130 m

Study of automatic control device: variations in spreading width.

It is noted that the automatic control system has reacted normally to the increase in size occurring at a distance of 13 m

▼
(1) Des recherches concernant l'influence de certains paramètres (taux de remplissage de la trémie et démarrage de la saleuse, etc.) seront programmés à la SEMR.

Bibliographie

[1] J.-C. VALEUX, C. DARNAULT, « Qualité du dosage des épandeurs du service hivernal », RGRA n° 758, janvier 1998