

ODEMIE (Optimisation du Dosage des épanduses par Matériel Informatique pour le respect de l'Environnement)

A. Lelandais
CETE Normandie Centre / DERDI / CECF Rouen France
Aurelie.lelandai@developpement-dirable.gouv.fr

RÉSUMÉ

En période hivernale, de grandes quantités de fondant sont utilisées pour traiter les réseaux routiers. Afin de réduire l'impact de ces fondants sur l'environnement, il importe de les épandre avec justesse, c'est-à-dire maîtriser la quantité de matériaux mis en œuvre. A cet effet, le réglage optimum des épanduses de fondant routier est nécessaire. Le nouvel outil, ODEMIE (Optimisation du Dosage des épanduses par Matériel Informatique pour le respect de l'Environnement), contrôle les machines en déterminant le dosage du matériau épandu qu'il s'agisse de sel seul ou de sel additionné de saumure. Il dispose de 2 cuves de pesage : une pour le sel en grains l'autre pour la saumure. Un logiciel associé permet de réaliser l'essai : mémorisation des paramètres de l'essai, acquisition, analyse et traitements des données, restitution des résultats et sauvegarde de l'essai dans le dossier de la machine. Ce logiciel réalise des rapports de contrôle suivant les essais sélectionnés par l'utilisateur. Toutes les données sauvegardées sur le disque dur de l'ordinateur peuvent être relues par le logiciel ou être transférée. Il satisfait aux exigences de la norme NF EN 15597-2. [1]



Photo 1 - Contrôle d'une épanduse avec le système

1. CONCILIER LE DEVELOPPEMENT DURABLE ET LA VIABILITE HIVERNALE DES RESEAUX ROUTIERS

Il est un fait : les usagers des réseaux routiers veulent circuler avec la même facilité en période hivernale que durant le reste de l'année. Pour répondre à cette demande les services en charge des réseaux routiers mettent en œuvre des moyens considérables, tant humains que matériels, afin de racler les chaussées et de les traiter avec des fondants routiers si nécessaire.

Les fondants routiers utilisés en viabilité hivernale représentent des tonnages globaux importants, de 400 000 tonnes pour un hiver doux à 1 700 000 tonnes pour un hiver rigoureux, et quelques fois bien au-delà lorsque des phénomènes naturels se conjuguent... Face à ces tonnages, il est primordial que chaque action d'épandage de fondant soit une action responsable tant du point de vue économique qu'environnemental. La maîtrise des quantités que l'on épand est donc indispensable.

« Maîtriser la quantité » sous-entend enlever le maximum de neige avec des moyens mécaniques (raclage), traiter la chaussée et rien que la chaussée avec la juste quantité de produit fondant, respecter les dosages préconisés avec des matériels bien réglés.

Ne pas prendre en compte ces principes à des conséquences à la fois immédiates et à long terme :

- Consommation supplémentaire si l'on surdose mais parfois également en cas de sous-dosage car un second traitement peut être nécessaire pour obtenir l'efficacité complète.
- Dépenses supplémentaires par surconsommation de fondant et par paiement d'heures de travail évitables.
- Impact environnemental négatif et immédiat dans la zone proche de la chaussée traitée et éventuellement à plus long terme sur l'ensemble de l'emprise routière.
- Dégradations des surfaces de roulement et à plus long terme de la structure de chaussée, endommagements des ouvrages d'art en béton armé par alcali-réaction, corrosion prématurée des équipements de la route.

On le voit, les fondants routiers ne sont pas des matériaux inertes. Afin d'assurer la pérennité de cette technique de viabilité hivernale des chaussées, il importe de les mettre en œuvre avec du matériel fonctionnant correctement et surtout bien réglé.

2. ODEMIE, UN OUTIL UNIVERSEL POUR TOUTES LES EPANDEUSES DE FONDANT

La normalisation européenne dans le domaine des matériels de viabilité hivernale des réseaux routiers a vu, depuis quelques années, des avancées majeures ; dorénavant deux normes influencent la conception et l'utilisation des épanduses de fondant. La première de ces normes, NF EN 15597-1[2], est surtout de portée générale mais elle comprend un volet « contrôle de la part des utilisateurs » avec des écarts maximaux sur le dosage des produits épandus. Ainsi, le dosage massique des fondants ne devra pas s'écarter du dosage nominal de plus ou moins 6 %. La seconde norme, NF EN/TS 15597-2 [1], est plutôt destinée aux constructeurs des épanduses. Elle impose à ceux-ci de soumettre leurs nouveaux matériels à des tests dans des conditions définies avant de les

commercialiser, garantissant ainsi aux acquéreurs une certaine qualité en termes de précision de dosage et de bonne répartition des fondants au sol. Ces deux normes, avec leurs méthodes de mesure et leurs exigences, constituent le socle pour définir l'outil de contrôle permettant d'être utilisé quel que soit le matériel testé.

Sous l'impulsion de la Direction des Infrastructures de Transport du Ministère de l'écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, le CETE Normandie-Centre et ses groupes CECP pour la conception et SEMR [3] pour le conseil et l'expérimentation, ont conçu un nouvel appareil de contrôle s'appuyant sur la méthode et les exigences décrites dans ces deux normes européennes.

Ce nouvel appareil peut contrôler le dosage du fondant seul ou avec de la saumure dans le cas du travail à la bouillie de sel. Les précisions et les conditions d'essai sont celles décrites dans les normes NF EN 15597-1 [2] et NF EN/TS 15597-2 [1].

3. DESCRIPTION DU SYSTEME

Le matériel est constitué de deux cuves avec leur propre système de peser indépendant. L'une permet de contrôler le poids du sel en grain et l'autre la saumure entrant dans la composition de la bouillie.

Il est possible de vérifier le sel en grain seul ou synchronisé avec la saumure.

Un logiciel pilote l'ensemble du système.

3.1. Un dispositif permettant de peser le sel en grains

Le sel étant un élément extrêmement corrosif, un bac en polyester - fibre de verre a été privilégié. Résistant, léger et inaltérable, ce bac de pesée est très rigide ; il reçoit le sel éjecté par le disque d'épandage. Ses parois sont lisses pour faciliter le nettoyage et il est anticorrosion.

La pesée du bac est effectuée par trois capteurs placés sur un châssis, chacun ayant une portée de 100 kg.



Photo 2 - épandage de sel dans la cuve de pesée

3.2. Un dispositif de pesée de la saumure entrant dans la composition des bouillies

La bouillie est un mélange de sel et de saumure. La saumure est distribuée par un tuyau, qui est dérivé vers un second bac de pesée. Pour la saumure, un bac en polyéthylène cylindrique d'un volume de 0,1m³ (photo2) est utilisé.

La pesée du bac est effectuée par un seul capteur d'une portée de 100 kg.



Photo 3 - Pesée de la saumure

3.3. Le logiciel d'acquisition

Le logiciel d'acquisition fonctionne sur un ordinateur dédié. Il pilote complètement les essais : enregistrement des paramètres, réception des données des capteurs de pesée, calculs et enregistrement des résultats.

Les données des capteurs de pesée sont envoyées par liaison sans fil vers l'ordinateur d'acquisition (système «Bluetooth ») réduisant d'autant les problèmes de corrosion sur les connecteurs informatiques, source de dysfonctionnements importants.

Le logiciel d'acquisition s'adapte au type d'essai à réaliser, sel seul ou avec la saumure, en proposant les différentes pages-écrans nécessaires.

Au-delà du système d'acquisition et de traitement des données, le logiciel d'acquisition propose une série de fonctionnalités qui en font un outil d'édition et de formatage de dossier. Ainsi, il hiérarchise et sauvegarde les contrôles d'une machine dans un dossier spécifique. Les essais d'une machine peuvent faire l'objet d'un rapport personnalisé dont on aura sélectionné les différents éléments. En mémorisant l'intégralité des données des essais, le logiciel d'acquisition constitue une main courante représentative des contrôles effectués sur un matériel.

ODEMIE est un système mobile. Ses éléments sont séparables et manipulables par une ou deux personnes ; il peut aisément être transporté dans un fourgon d'un lieu de contrôle

à un autre. Les épanduses de fondant étant disséminées sur le territoire, il peut se porter au cœur des besoins de contrôle des maîtres d'œuvre.

4. PRINCIPE DE LA MESURE

Il s'agit de déterminer le dosage du matériau épandu sur une surface de chaussée d'une longueur de 200m et d'une largeur d'épandage choisie pour chaque essai correspondant à la largeur de la chaussée traitée. Le contrôle d'une épanduse avec ce système se fait en statique, en utilisant pour cela la vitesse simulée des boîtiers de commandes électroniques ou informatiques des épanduses. La vitesse simulée permet de faire fonctionner l'ensemble de la chaîne de régulation de la machine sans que celle-ci ne se déplace.

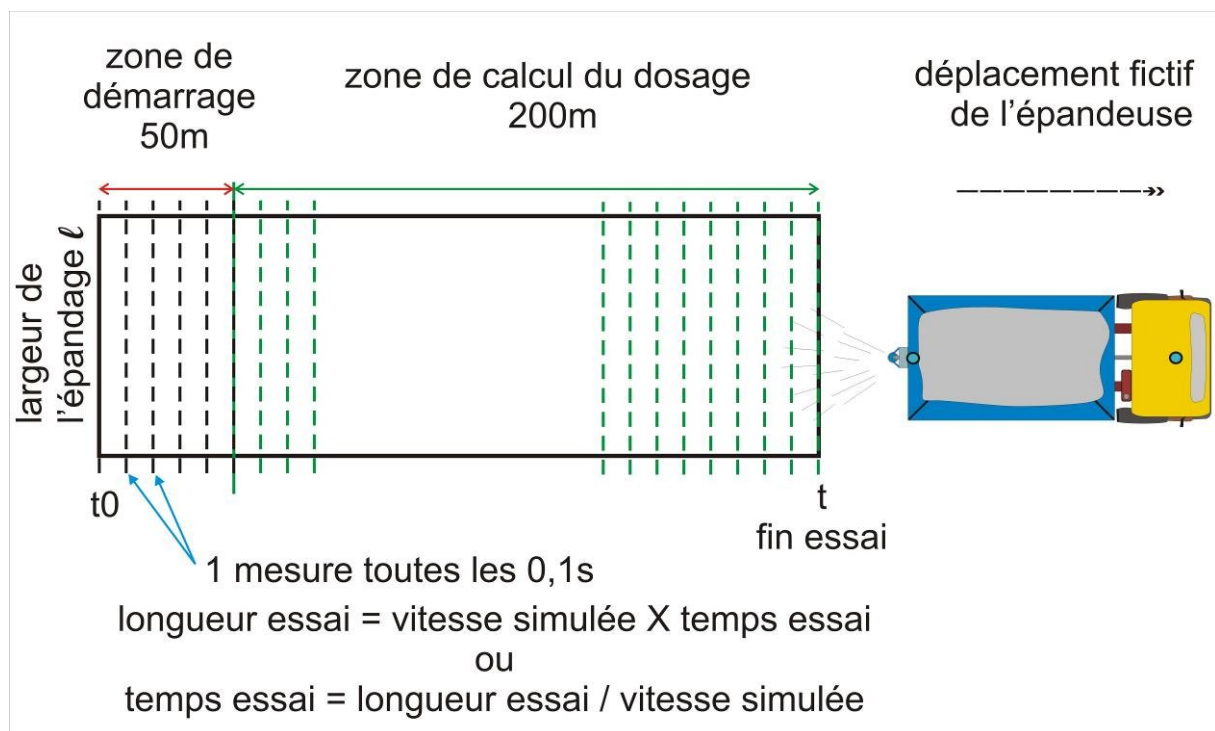


Figure 1 - Représentation de la mesure réalisée par le système

Une zone de démarrage de 50 m est ajoutée à la distance d'essai de 200 m permettant à l'épanduse, au moment de la mise en fonction, d'avoir un temps pour stabiliser son fonctionnement (Figure1). Les acquisitions des masses dans les bacs de pesée se font dès le départ et se terminent à la fin des 250 m fictifs. Les acquisitions se font toutes les 0,1 seconde (soit 10Hz) conformément à la norme NF EN/TS 15597-2 [1]. Les masses mesurées au début et à la fin de la zone des 200 m déterminent le dosage moyen de la machine.

Les acquisitions de masses intermédiaires permettent de calculer le dosage sur chacun des échantillons de la zone de 200 m. Les dosages des échantillons expriment la régularité de la machine ; plus ils sont dispersés plus la machine est irrégulière. La nouvelle norme européenne NF EN/TS 15597-2 [1] qui définit cette méthode de mesure, considère que le fonctionnement correct d'une épanduse de fondant routier, du point de vue du dosage et de la régularité de celui-ci, ne doit pas dépasser les limites suivantes :

Dosage moyen des matériaux épandu : $\pm 6\%$ du dosage théorique pour les fondants. Si le contrôle est aussi effectué avec la saumure, le rapport entre le dosage moyen du sel en grains et de la saumure doit être compris entre $\pm 7\%$ du rapport des dosages théoriques ; Régularité de fonctionnement : 90 % des points de mesure (dosages des échantillons) doivent se situer dans une zone comprise entre $\pm 40\%$ du dosage moyen précédemment calculé.

5. DEROULEMENT DE L'ESSAI

L'épandeuse de fondant avec son disque d'épandage relevé vient se placer au plus près du bac de pesée du sel. Le disque d'épandage est ensuite mis en position de travail dans le bac de pesée devant recevoir le sel en grains, un couvercle est disposé au-dessus de ce bac de pesée. La canalisation d'injection de la saumure est dérivée de son point d'injection normal vers le bac de pesée de la saumure, une rallonge peut être nécessaire selon la configuration.

Les paramètres de l'essai : dosage, largeur de l'épandage, vitesse simulée sont enregistrés par le logiciel d'acquisition dans le dossier de référence de la machine.

The screenshot shows a software window titled "Paramétrage de l'essai". It contains the following fields and options:

- Session: C:\odemie\F5\2011\F5_20110824.SES
- Nom de l'essai: FS_20110824_2.EOD
- Choix de la configuration de l'essai:
 - Peser les fondants solides (sel en grains) (cuve 1 seule)
 - Peser les fondants solides et peser les saumures (cuve 1 + cuve 2 en même temps)
- Nombre d'essais déjà existant dans la session: 1
- Température extérieure (°C): 20.0
- Numéro essai en cours: 2
- Fondants solides (sel en grains):
 - (Ds) Dosage du sel en grains (g/m²): 10.00
 - (L) Largeur d'épandage (m): 5.0
 - (V) Vitesse du véhicule (km/h): 60.0
 - Teneur en eau (%): 2.0
- Saumures (cas de la bouillie):
 - (Db) Dosage de la saumure (g/m²): 10.00
 - (T) Taux de mouillage théorique (%): 100.00
- Buttons: Valider (with a green checkmark icon) and Annuler (with a red X icon).

Figure 2 - Les paramètres de l'essai (ici utilisation du sel en grains)

L'épandeuse est mise en fonctionnement, le fondant et la saumure (si nécessaire) sont éjectés dans leur bac respectif. La pesée des bacs est faite à une fréquence de 10Hz durant toute la durée de l'épandage. A la fin de l'épandage les données sont recueillies, analysées et les différents calculs effectués. Les résultats sont affichés directement sur une page écran puis sous forme de graphes (Figure3).



Figure 3 - Évolution de la masse de sel durant un essai

L'ensemble des données de l'essai est mémorisé dans le dossier relatif à l'épandeuse. Un autre essai peut alors être effectué avec d'autres paramètres, si nécessaire. Les données enregistrées dans le dossier machine peuvent être relues a posteriori ou être transférées vers des outils bureautiques. Le logiciel d'acquisition peut imprimer un rapport d'essai comportant les différents essais que l'on aura sélectionnés.

6. CONCLUSION

L'usage des fondants en quantité importante chaque année oblige qu'ils soient dosés avec la plus grande précision possible afin de réduire leur impact sur l'environnement. Il importe donc de maîtriser les quantités que l'on épand par le contrôle et le réglage des épanduses de fondant routier.

Le matériel ODEMIE conçu suivant les exigences de la norme NF EN/TS 15597-2 [1] autour d'éléments de pesage précis et d'un logiciel performant permet de vérifier le bon fonctionnement des épanduses de fondants en termes de dosage et de régularité des matériaux épandus. Le logiciel sauvegarde les résultats dans des dossiers machines, il produit des rapports d'essai, il assure la restitution et le transfert a posteriori des données enregistrées.

Adapté à toutes les épanduses de fondant routier à disque rotatif, cet outil se veut universel pour le contrôle de ces machines. En facilitant leur réglage au mieux, il pérennise la technique de traitement des réseaux routiers avec des fondants tout en préservant l'environnement.

[1] : NF EN/TS 15597-2 : Équipement de viabilité hivernale- Épanduses- Partie 2 : Exigences relatives à la distribution et essai

[2] : NF EN 15597-1 : Épanduses- Partie 1 : Exigences relatives au dosage et à l'essai statique sur le dosage

[3] : CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'équipement

CECP : Centre d'Etudes et de Construction de Prototypes

SEMR : Station d'Essai de Matériel Routier