

Procédure de vérification du calibrage

Régulateurs d'épandage électroniques



Version 2019

Cette publication a été réalisée par la Direction générale de la gestion des projets routiers et de l'encadrement en exploitation avec la collaboration du Centre de gestion de l'équipement roulant et le Centre des opérations de Québec du ministère des Transports du Québec.

Le contenu de cette publication se trouve sur le site Web du Ministère à l'adresse suivante : www.selsdevoirie.gouv.qc.ca.

Pour obtenir des renseignements, on peut :

- composer le 511 (au Québec) ou le 1 888 355-0511 (partout en Amérique du Nord)
- consulter le site Web du ministère des Transports du Québec au www.transports.gouv.qc.ca
- écrire à l'adresse suivante : Direction de l'encadrement et de l'expertise en exploitation
Direction générale de la gestion des projets routiers et
de l'encadrement en exploitation
Ministère des Transports du Québec
800, Place D'Youville, 9^e étage
Québec (Québec) G1R 3P4

© Gouvernement du Québec, mai 2019

ISBN 978-2-550-82972-0 (PDF)

Dépôt légal – 2019
Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction par quelque procédé que ce soit et la traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation des Publications du Québec.



A

vant-propos

La procédure de vérification du calibrage des régulateurs d'épandage électroniques permet aux employés du Ministère de vérifier :

- 1) si les régulateurs d'épandage électroniques installés sur les véhicules de la régie sont bien calibrés; ou
- 2) si la précision des régulateurs d'épandage des prestataires de services correspond à celle qui est exigée dans le contrat de déneigement.

Il est important de noter que cette procédure ne remplace en aucun cas le calibrage annuel minimal requis pour ce type d'appareil ou le rapport d'attestation exigé des prestataires de services du Ministère, qui certifie le calibrage de l'appareil. Elle consiste simplement en un outil de vérification lorsque survient un doute ou le besoin de contrôler la qualité du calibrage déjà réalisé.

Ce document a été réalisé par la Direction de l'encadrement et de l'expertise en exploitation, en étroite collaboration avec le Centre de gestion de l'équipement roulant et le Centre des opérations de Québec.





1 Description des régulateurs d'épandage électroniques

Un régulateur d'épandage électronique est un appareil visant à contrôler la quantité de matériaux épandus (sel, abrasif ou mélange) sur la route en fonction du taux d'épandage demandé et de la vitesse réelle du véhicule. Il permet une application précise et constante des matériaux sur tout le parcours. Quelques types de boîtiers de contrôle de régulateurs sont illustrés à la figure 1.

La procédure de vérification s'inscrit dans le contexte de la gestion environnementale des sels de voirie qui met l'accent sur l'importance d'utiliser la bonne quantité de matériaux au bon moment.

Afin d'épandre la quantité de matériaux souhaitée sur la chaussée, les régulateurs d'épandage électroniques doivent être calibrés adéquatement, et ce, au minimum une fois par année. De plus, ils devraient être calibrés après chaque réparation ou modification du système hydraulique du camion ou lorsqu'un nouveau matériau ou mélange est utilisé.

En plus du régulateur, la hauteur de la porte d'alimentation de l'épandeur influe considérablement sur la précision des résultats. Il est donc important de bien régler la hauteur de la porte à celle déterminée lors du calibrage. Il est par ailleurs avantageux d'installer un dispositif permettant de connaître la hauteur adéquate de la porte d'alimentation lors des opérations d'épandage.



Figure 1 – Types de régulateurs d'épandage électroniques

2 Vérification du calibrage des régulateurs

La vérification du calibrage des régulateurs d'épandage électroniques est une bonne pratique à adopter. Elle devrait être effectuée au minimum deux fois pendant l'hiver :

- 1) À la réception du camion avec les équipements calibrés.

Même si le calibrage a été effectué en début de saison, il est important de vérifier que cette opération a été exécutée adéquatement.

- 2) À la mi-saison.

Le régulateur d'épandage électronique peut se décalibrer en cours de saison, notamment en raison de l'usure ou de réparations effectuées sur le camion.

Lorsqu'un régulateur d'épandage électronique n'est pas bien calibré et épand trop de matériaux, cela occasionne d'importantes pertes monétaires, sans compter les impacts sur l'environnement et la corrosion des infrastructures. Prenons l'exemple suivant :

Le Ministère épand 250 000 tonnes de sel annuellement. Si 6% de sel est épandu en trop par tous les régulateurs, 15 000 tonnes supplémentaires de fondant seront consommées. Considérant qu'une tonne de sel coûte environ 100\$, une perte de 1,5 million de dollars est alors engendrée.

La vérification du calibrage est donc importante, notamment lorsque :

- ◆ un contrôle de la qualité du calibrage est souhaité;
- ◆ survient un doute quant à la précision du régulateur.

La vérification du calibrage doit être effectuée par le personnel opérationnel des centres de services.

3 Personnel et matériel requis

La vérification du calibrage d'un régulateur par la méthode volumétrique (communément appelée « boîte à sel ») nécessite le travail de deux personnes. La première est attirée au fonctionnement du panneau de contrôle du régulateur et doit s'assurer de garder un régime moteur adéquat (≥ 1500 tr/min) pendant les essais. La seconde est responsable du contenant et du temps chronométré de l'essai. De plus, le matériel suivant est nécessaire :

- ◆ une chargeuse;
- ◆ un camion épandeur calibré;
- ◆ un chronomètre;
- ◆ un contenant sans fond ayant une dimension intérieure de 1 m x 1 m x 0,25 m (figure 2). Cela équivaut à un volume de 0,25 m³;
- ◆ une règle ou un galon à mesurer.

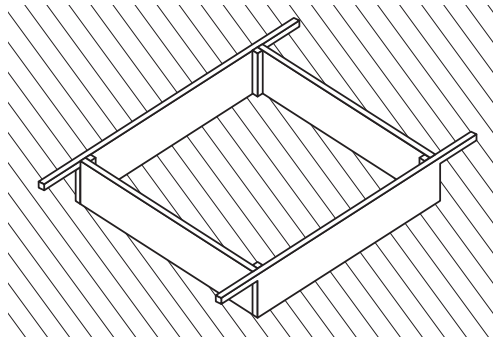


Figure 2 – Contenant sans fond de dimension intérieure de 1 m × 1 m × 0,25 m

Il est recommandé d'utiliser un contenant dont le volume est d'au moins 0,25 m³ afin d'avoir un temps de mise en marche suffisant pour obtenir des résultats cohérents. Cependant, le volume du contenant peut être différent de celui qui est mentionné dans le présent document. Dans ce cas, les valeurs du temps de mise en marche figurant dans le formulaire d'analyse dynamique présenté au chapitre 4 seront différentes. Alors, il faudra changer les dimensions du contenant dans le formulaire pour avoir les temps de mise en marche correspondants.



Procédure de vérification du calibrage

Régulateurs d'épandage électroniques

Il est également possible d'utiliser un contenant avec un fond. Dans ce cas, il faut prévoir des outils pour vider son contenu après chaque test (pelle, brouette, etc.). Cette option est cependant moins pratique que l'utilisation d'un contenant sans fond puisqu'elle nécessite de vider le contenant à chaque essai. À titre indicatif, un volume de 0,25 m³ de sel et d'abrasif (sable) a une masse respective d'environ 325 kg et 420 kg.

Les essais doivent être effectués sur une surface sèche, plane et imperméable, et le camion épandeur doit être de niveau lorsque c'est possible. Afin de réduire le nombre de manipulations, il est recommandé d'effectuer les tests à l'intérieur de l'entrepôt de sel ou d'abrasifs ou sur l'aire de manutention.



4 Description du formulaire d'analyse dynamique

Le formulaire d'analyse fourni à l'annexe 1 du présent document permet de connaître les temps de mise en marche du système pour les essais à effectuer et d'inscrire les résultats obtenus. De plus, ce formulaire étant dynamique, il est donc possible de modifier :

- ◆ Les dimensions intérieures du contenant.
Il est recommandé de mesurer l'intérieur du contenant afin de valider les mesures.
- ◆ La densité du sel.
La densité du sel « lâche » varie peu. Toutefois, en cas de doute, il est recommandé de vérifier la densité de l'abrasif indiqué par défaut dans le formulaire d'analyse à l'aide d'une balance et d'un volume connu puisque cette densité est plus susceptible de changer selon les différents fournisseurs.
- ◆ La densité de l'abrasif.
Il est recommandé de vérifier la densité de l'abrasif « lâche » indiqué par défaut dans le formulaire d'analyse à l'aide d'une balance et d'un volume connu puisque cette densité est plus susceptible de changer selon les différents fournisseurs.
- ◆ Le pourcentage de sel dans le mix A et le mix B.
Ces pourcentages doivent préférablement correspondre à ceux indiqués dans les chartes d'épandage. De plus, ces pourcentages sont indiqués en valeur volumétrique (v/v). Cela signifie, pour un mélange à 75% de sel et à 25% d'abrasif, par exemple, que 75% du volume de la benne du camion sera du sel et 25% sera de l'abrasif. Ce pourcentage en valeur volumétrique est également utilisé de cette façon dans les chartes d'épandage.
- ◆ La précision recherchée.
Habituellement, une précision de 5% est demandée, mais cette valeur peut être modifiée.
- ◆ Les taux d'épandage à tester pour chacun des matériaux.
Il est recommandé d'inscrire les taux d'épandage utilisés dans les opérations pour chaque matériau : le plus faible, le plus élevé et un médian de ces deux valeurs.



Procédure de vérification du calibrage

Régulateurs d'épandage électroniques

Ainsi, avant de se rendre sur le terrain pour effectuer les vérifications, **tous ces éléments doivent avoir été validés et modifiés, si requis, dans le formulaire.**

Le temps de mise en marche et les autres paramètres requis pour le calcul se mettront à jour automatiquement.

De plus, il est possible d'inscrire les résultats des essais directement dans le formulaire électronique.



5 Procédure

La procédure de vérification du calibrage est décrite ci-dessous. Afin d'obtenir une vérification objective du calibrage du régulateur sur toute la plage de taux d'épandage, il est recommandé d'effectuer la procédure telle qu'elle est décrite dans ce chapitre, et ce, pour chaque matériau testé. Ainsi, si 4 matériaux sont testés (sel, abrasif, mix A et mix B), 4 essais doivent être faits et chacun de ces 4 essais doit l'être aux 3 taux indiqués dans le formulaire d'analyse. Un total de 12 essais serait ainsi fait.

Avant de mettre en marche le système d'épandage, des actions préalables doivent être entreprises. Voir ci-dessous ces étapes préalables.

- 1.** Modifier le formulaire d'analyse dynamique avec les données des vérifications qui seront effectuées et l'imprimer.
- 2.** À l'aide de la chargeuse, remplir la benne du camion épandeur avec le matériau dont le calibrage doit être évalué. Il est important que la benne soit remplie à au moins 50 % de sa capacité maximale.
- 3.** Simuler une vitesse de 40 km/h sur le régulateur d'épandage électronique. Tous les régulateurs possèdent un mode de simulation de vitesse permettant de les faire fonctionner dans l'éventualité d'un bris du capteur de vitesse.
- 4.** Si possible, retirer le tourniquet de l'assemblage de l'épandeur. Cela facilitera la récolte du matériau dans le contenant. Dans l'impossibilité de retirer le tourniquet, arrêter son fonctionnement.
- 5.** S'assurer que la porte d'alimentation est réglée à la hauteur déterminée lors du calibrage du régulateur. Cette étape est importante afin d'obtenir des résultats concluants.
- 6.** Vérifier que l'huile du système hydraulique est à un niveau suffisant et à une température adéquate.

7. Placer le contenant à la sortie de l'épandeur afin de récolter les matériaux (figure 3).



Figure 3 – Montage d'essai

Afin de vérifier que chacune des actions préalables a été entreprise, utiliser la liste de contrôle présentée à l'annexe 2. Il est important de valider chaque point de cette liste de contrôle. La qualité des résultats obtenus sera ainsi assurée.

Voici la suite des étapes.

8. Régler le taux d'épandage à la valeur voulue pour le sel et pour les abrasifs en se référant au formulaire d'analyse fourni.
9. Appuyer sur la pédale d'accélération afin d'obtenir une vitesse de révolution du moteur permettant un bon débit hydraulique (1500 tr/min au minimum) Cette vitesse doit être maintenue pendant toute la durée de l'essai.



Procédure de vérification du calibrage Régulateurs d'épandage électroniques

10. Mettre en marche le système d'épandage.
11. Au moment où le matériau commence à tomber de l'épandeur, démarrer le chronomètre (figure 4).



Figure 4 – Essai en cours

12. Une fois que le temps de mise en marche indiqué sur le formulaire d'analyse est écoulé, arrêter le système d'épandage.

Procédure de vérification du calibrage Régulateurs d'épandage électroniques

13. Déposer dans la boîte à sel les matériaux demeurés dans le tourniquet. Puis, mettre les matériaux de niveau dans le contenant (figure 5) et mesurer la distance entre le dessus du contenant et le niveau des matériaux (figure 6). Inscrire ce résultat dans le formulaire d'analyse.



Figure 5 – Matériaux de niveau

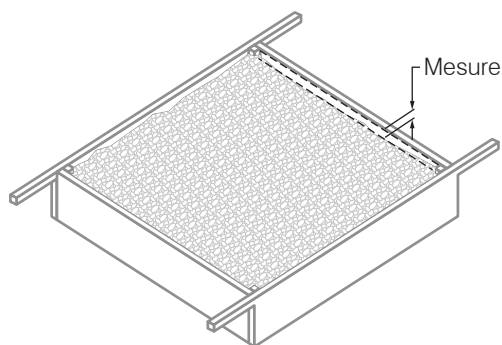


Figure 6 – Mesure de la distance entre le dessus du contenant et le niveau des matériaux

14. S'il s'agit d'un contenant sans fond, le dégager de la sortie de l'épandeur et faire avancer le camion épandeur pour libérer l'espace pour le prochain essai. Dans le cas d'un contenant avec un fond, vider son contenu.



Procédure de vérification du calibrage Régulateurs d'épandage électroniques

15. Dans le cas d'un contenant sans fond, récolter les matériaux laissés sur le sol à l'aide d'une chargeuse.
16. Recommencer les étapes 7 à 15 pour tous les taux d'épandage indiqués sur le formulaire d'analyse pour le matériau testé.

Recommencer toutes les étapes pour chacun des matériaux testés.

Une capsule vidéo a été produite pour illustrer la procédure et elle est disponible à partir du **lien suivant** : www.transports.gouv.qc.ca/fr/gestion-environnementale-sels-voirie/Documents/GSV/references-utiles/Formation-VerificationEtalonnageRegulateursEpandage.wmv.



6 Analyse des résultats

Afin d'avoir des résultats conformes, c'est-à-dire se situant dans les limites de la précision qui est demandée et inscrite dans le formulaire d'analyse, les deux conditions suivantes doivent être respectées et ce, pour chacun des trois essais faits et pour chaque matériau testé :

- ◆ la mesure effectuée entre le dessus du contenant et le niveau du matériau doit se situer entre zéro et la marge d'erreur indiquée dans le formulaire d'analyse;
- ◆ le contenant ne doit pas avoir été rempli au-delà de sa capacité.

Ainsi, si ces deux conditions sont remplies, le régulateur est correctement calibré pour ce matériau et selon la précision recherchée.

À l'inverse, si le contenant a été rempli au-delà de sa capacité ou qu'une mesure excède la marge d'erreur, le régulateur n'est pas correctement calibré à la précision demandée pour le matériau correspondant.

6.1 Estimation de la précision

Il est possible, dans l'éventualité où le contenant n'est pas rempli au maximum de sa capacité, d'évaluer la précision en se référant à la section appropriée du formulaire d'analyse avec la mesure obtenue lors de l'essai.

Dans le cas où il y a un débordement du contenant, il n'est pas possible d'évaluer l'erreur avec la méthode décrite dans le présent document.

6.2 Sources d'erreurs possibles

La vérification du calibrage comporte certaines sources d'erreurs pouvant influencer sur les résultats. Les plus fréquentes sont les suivantes :

- ◆ Densité des matériaux testés.
La méthode volumétrique n'est précise que si la densité du matériau testé est exacte. Par exemple, une erreur de 1 % sur la densité se reflètera par une erreur semblable dans l'estimation de la précision. Il est recommandé, en cas de doute, de vérifier les densités (sel et abrasif) indiquées par défaut dans le formulaire d'analyse à l'aide d'une balance et d'un volume connu.
- ◆ Hauteur de la porte d'alimentation.
La hauteur de la porte d'alimentation de l'épandeur peut également faire varier considérablement les résultats obtenus. Il est donc recommandé de s'assurer que la porte est bel et bien à la hauteur déterminée lors du calibrage.
- ◆ Pertes importantes et inhabituelles de matériaux à l'arrière du camion ou du côté de la seconde chute des matériaux, le cas échéant.
Les pertes importantes et inhabituelles de matériaux en arrière du camion épandeur ou au tourniquet non utilisé, dans le cas d'un camion épandeur avec deux chutes, peuvent fausser les résultats. Il est donc important de s'assurer que les pertes sont négligeables.
- ◆ Débit hydraulique du convoyeur.
Il est essentiel que le moteur hydraulique du convoyeur ait un débit hydraulique suffisant, et ce, particulièrement pour les taux d'épandage élevés (≥ 200 kg/km). Si les résultats obtenus sont adéquats pour les taux faibles et imprécis pour les taux élevés, le manque de débit ou de pression hydraulique est une source d'erreur possible.



A

nnexe 1 – Formulaire d'analyse dynamique

Cliquer **ci-dessous** pour ouvrir le formulaire d'analyse dynamique.

Formulaire d'analyse dynamique

Version 2018

Nom du technicien : _____

Date : _____ Saison : _____

Numéro du dossier : _____ Numéro du camion : _____

Identification des variables

Paramètres du contenant					
Longueur (m)	1	Largeur (m)	1	Hauteur (m)	0,25
Marge d'erreur	24 mm				

Constantes à tester			
Vitesse simulée (km/h)	40	Précision recherchée (±%)	5
Densité du sel (kg/m ³)	1320	Densité de l'abrasif (kg/m ³)	1680
Mix A (v/v %)			
Sel (%)	25	Densité (kg/m ³)	1605
Abrasifs (%)	75		
Mix B (v/v %)			
Sel (%)	75	Densité (kg/m ³)	1427
Abrasifs (%)	25		

Estimation de l'erreur	
Distance entre le haut du contenant et le niveau du matériau (mm)	Erreur approximative (%)
0	5,0
6	2,5
12	0,0
18	-2,5
24	-5,0

Signature : _____ Date : _____



Procédure de vérification du calibrage

Régulateurs d'épandage électroniques

A

Annexe 1 – Formulaire d'analyse dynamique (suite et fin)

Cliquer **ci-dessous** pour ouvrir le formulaire d'analyse dynamique.

Résultats

Sel					
Taux à tester (kg/km)	Temps de mise en marche	Distance entre le haut du contenant et le niveau du matériau (mm)	Constante d'épandage	Erreur estimée (%)	Calibrage conforme Oui/Non
10	47 min 9 s			5,0	
150	3 min 9 s			5,0	
300	1 min 34 s			5,0	

Abratif					
Taux à tester (kg/km)	Temps de mise en marche	Distance entre le haut du contenant et le niveau du matériau (mm)	Constante d'épandage	Erreur estimée (%)	Calibrage conforme Oui/Non
250	2 min 24 s			5,0	
350	1 min 43 s			5,0	
500	1 min 12 s			5,0	

Mix A					
Taux à tester (kg/km)	Temps de mise en marche	Distance entre le haut du contenant et le niveau du matériau (mm)	Constante d'épandage	Erreur estimée (%)	Calibrage conforme Oui/Non
150	3 min 49 s			5,0	
300	1 min 55 s			5,0	
400	1 min 26 s			5,0	

Mix B					
Taux à tester (kg/km)	Temps de mise en marche	Distance entre le haut du contenant et le niveau du matériau (mm)	Constante d'épandage	Erreur estimée (%)	Calibrage conforme Oui/Non
100	5 min 6 s			5,0	
200	2 min 33 s			5,0	
300	1 min 42 s			5,0	

Signature: _____ Date: _____

A nnexe 2 – Liste de contrôle

<input type="checkbox"/>	La surface est sèche, plane et imperméable.
<input type="checkbox"/>	L'huile du système hydraulique est à un niveau suffisant et à une température adéquate (15 minutes au minimum de réchauffement en faisant fonctionner le moteur).
<input type="checkbox"/>	La benne du camion épandeur est remplie à 50% au minimum de sa capacité avec les matériaux que l'on s'apprête à tester.
<input type="checkbox"/>	Le sel, l'abrasif ou les mélanges à tester sont de bonne qualité, sans grumeaux ou saletés et ont un taux d'humidité adéquat (teneur en eau $\leq 1,5\%$ pour le sel).
<input type="checkbox"/>	Le régulateur d'épandage électronique est en mode simulation de vitesse réglé à la vitesse et au taux d'épandage établis dans le formulaire d'analyse.
<input type="checkbox"/>	Le contenant est bien en place pour recevoir le matériau testé et est déposé sur une surface plane, et le camion épandeur est de niveau.
<input type="checkbox"/>	La hauteur de la porte d'alimentation de l'épandeur est à la hauteur établie lors du calibrage initial du régulateur.

La procédure de vérification du calibrage des régulateurs d'épandage électroniques permet aux employés du Ministère et à ses prestataires de services de vérifier si la précision du régulateur d'épandage correspond à celle qui est exigée au contrat de déneigement.

