



MINISTÈRE DES TRANSPORTS



PROCÉDURE DE VÉRIFICATION DU CALIBRAGE

Régulateurs d'épandage électroniques

Août 2021

Cette publication a été réalisée par la Direction générale de la gestion des projets routiers et de l'encadrement en exploitation, avec la collaboration de la Direction générale du Centre de gestion de l'équipement roulant 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, août 2021
ISBN 978-2-550-90075-7 (PDF)

Dépôt légal – 2021
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.

TABLE DES MATIÈRES

1. DESCRIPTION DES RÉGULATEURS D'ÉPANDAGE ÉLECTRONIQUES	2
2. VÉRIFICATION DU CALIBRAGE DES RÉGULATEURS	3
3. PERSONNEL ET MATÉRIEL REQUIS.....	4
4. DESCRIPTION DU FORMULAIRE D'ANALYSE DYNAMIQUE.....	6
5. PROCÉDURE.....	8
6. ANALYSE DES RÉSULTATS.....	13
6.1 Estimation de la précision	13
6.2 Sources d'erreurs possibles.....	14
ANNEXE 1	15
ANNEXE 2	17

AVANT-PROPOS

La procédure de vérification du calibrage des régulateurs d'épandage électroniques permet au personnel du ministère des Transports de vérifier :

- 1) si les régulateurs d'épandage électroniques installés sur les véhicules de la régie sont bien calibrés;
- 2) si les prestataires de services respectent les exigences prévues dans leur 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 de la part des prestataires de services, lequel certifie le calibrage de l'appareil. Elle consiste simplement en un outil de vérification lorsque survient un doute ou le besoin de contrôler le calibrage déjà réalisé.

En 2020, la Direction générale du Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER) a mis en œuvre une procédure de vérification allégée pour le calibrage des régulateurs d'épandage des camions de déneigement en utilisant uniquement le sel. Les autres matériaux seront calibrés automatiquement en entrant les bonnes valeurs dans les systèmes des régulateurs d'épandage.



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 circuit. Quelques types de boîtiers de contrôle de régulateurs sont illustrés à la figure 1.

La procédure de vérification du calibrage 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 influence considérablement la précision des résultats. Il est donc important de ne pas modifier la hauteur de la porte d'alimentation et de s'assurer que cette dernière est réglée à la même hauteur que lors de la calibration du régulateur.

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, soit :

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.

La vérification du calibrage est donc importante, notamment :

- ◆ lorsqu'un contrôle de la qualité du calibrage est souhaité;
- ◆ lorsqu'un composant du système d'épandage a subi un bris et a été réparé ou remplacé;
- ◆ lorsque survient un doute sur la précision du régulateur.

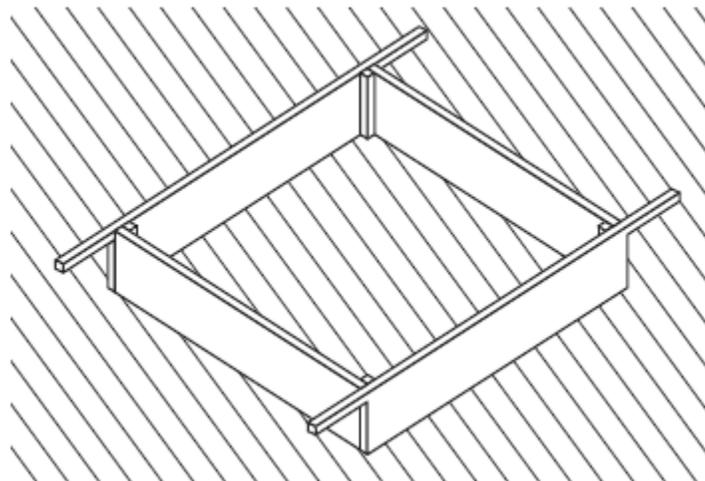
La vérification du calibrage doit être effectuée par le personnel opérationnel des centres de services.

3. PERSONNEL ET MATÉRIEL REQUIS

La vérification du calibrage d'un régulateur par la méthode volumétrique (communément appelée « la boîte à sel ») nécessite le travail de deux personnes. La première est attitrée au fonctionnement du panneau de contrôle du régulateur et doit s'assurer de garder un régime moteur adéquat ($\geq 1\,500$ 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 $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 0,25\text{ m}$ (figure 2). Cela équivaut à un volume de $0,25\text{ m}^3$;
- ◆ une règle ou un galon à mesurer.

Figure 2 – Contenant sans fond de dimension intérieure de $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 0,25\text{ m}$



Il est recommandé d'utiliser un contenant dont le volume est d'au moins $0,25\text{ m}^3$ 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 à la section 4 seront différentes. Alors, il faudra changer les dimensions du contenant dans le formulaire pour avoir les temps de mise en marche correspondants.

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 avec fond après chaque essai. À titre indicatif, un volume de 0,25 m³ de sel a une masse d'environ 325 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 éléments énumérés ci-après.

- ◆ 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 du sel 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 précision recherchée

Une précision de 5 % est demandée, mais cette valeur peut être modifiée.

- ◆ Les taux d'épandage à tester pour le sel

Il est recommandé d'inscrire les quatre taux d'épandage du sel utilisés lors de la vérification de la calibration du régulateur d'épandage électronique.

Ainsi, avant que les personnes responsables des essais se rendent sur le terrain pour effectuer les vérifications, **tous ces éléments doivent avoir été validés et modifiés dans le formulaire, si cela est requis.**

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 allégée de vérification du calibrage est décrite ci-après. Afin d'obtenir une vérification objective du calibrage du régulateur sur toute la plage du taux d'épandage, il est recommandé d'appliquer la procédure telle qu'elle est décrite dans cette section. Un seul matériau, soit le sel, est testé pour les quatre taux indiqués dans le formulaire d'analyse. Un total de quatre essais doit donc être effectué.

Avant la mise en marche du système d'épandage, des actions préalables doivent être entreprises. Ces étapes préalables sont présentées ci-dessous.

- 1) Modifier le formulaire d'analyse dynamique en fonction des données des vérifications qui seront effectuées et l'imprimer, au besoin.
- 2) À l'aide de la chargeuse, remplir la benne du camion épandeur avec le sel. 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 cela est possible, retirer le tourniquet de l'assemblage de l'épandeur. Cela facilitera la récolte du sel dans le contenant. S'il est impossible 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 le sel (figure 3).

Figure 3 – Montage d'essai



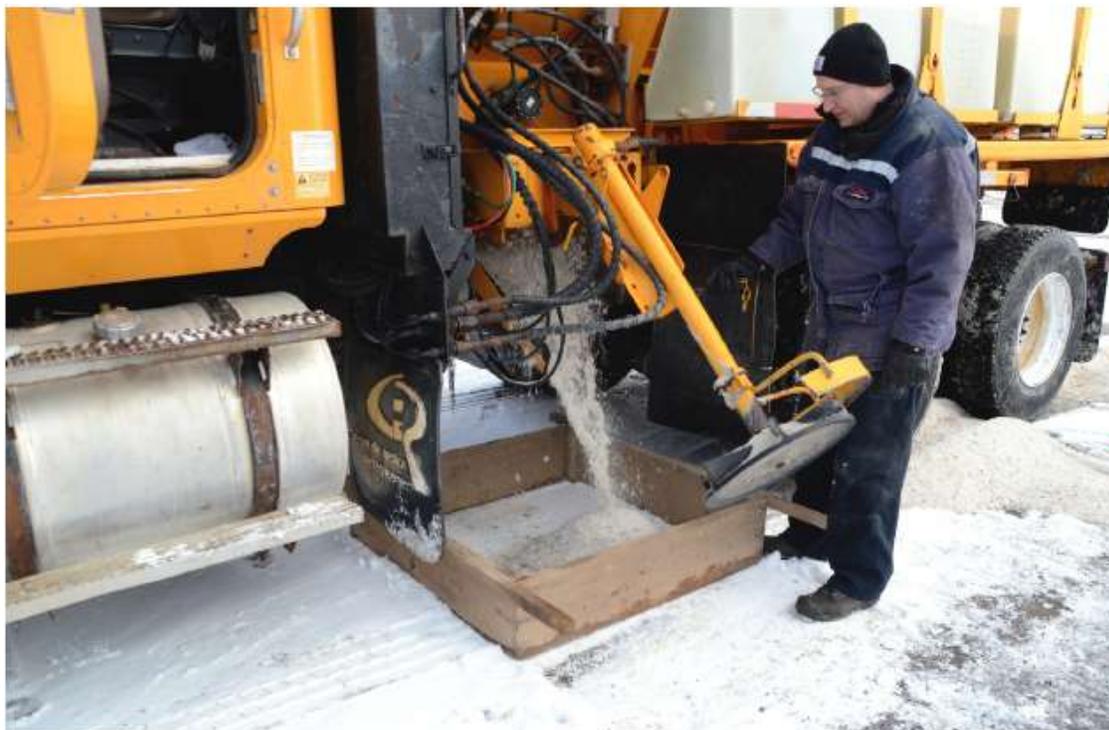
Afin de vérifier que chacune des actions préalables a été entreprise, veuillez utiliser la liste de contrôle présentée à l'annexe 2. Il est important de valider chaque point de cette liste de contrôle. La qualité des résultats obtenus sera ainsi assurée.

La suite des étapes est présentée ci-après.

- 8) Régler le taux d'épandage à la valeur voulue pour le sel 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 (1 500 tr/min au minimum). Cette vitesse doit être maintenue pendant toute la durée de l'essai.

- 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



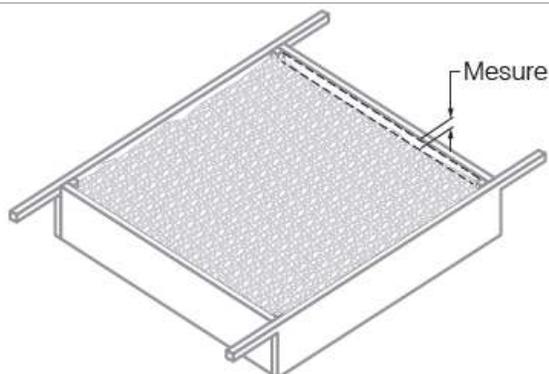
- 12) Une fois que le temps de mise en marche indiqué sur le formulaire d'analyse est écoulé, arrêter le système d'épandage.

- 13) Dans le contenant récepteur, déposer le sel demeuré à l'intérieur du tourniquet. Puis, mettre le sel de niveau dans le contenant (figure 5) et mesurer la distance entre le dessus du contenant et le niveau du sel (figure 6). Inscrire ce résultat dans le formulaire d'analyse.

Figure 5 – Matériaux de niveau



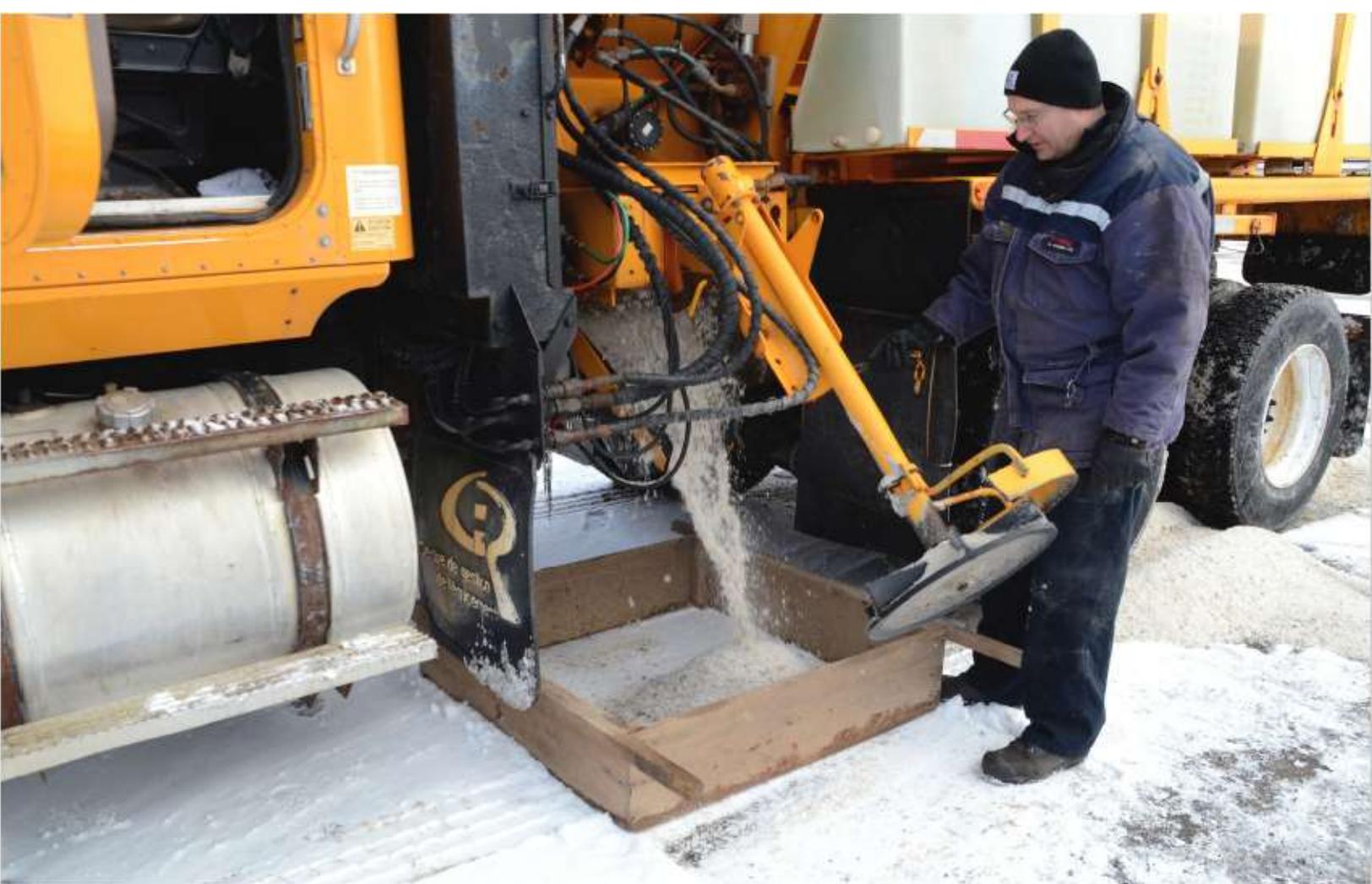
Figure 6 – Mesure de la distance entre le dessus du contenant et le niveau des matériaux



- 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. S'il s'agit d'un contenant avec un fond, vider son contenu.

- 15) Dans le cas d'un contenant sans fond, récolter le sel laissé sur le sol, le tout à l'aide d'une chargeuse.
- 16) Recommencer les étapes 7 à 15 pour tous les taux d'épandage indiqués dans le formulaire d'analyse.

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-VerificationEtalonnageRegulateursEpannage.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 quatre essais réalisés :

- ◆ 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.

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 et excède la précision demandée.

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 décrites ci-dessous.

- ◆ Densité du sel

La méthode volumétrique n'est précise que si la densité du sel est exacte. Par exemple, une erreur de 1 % sur la densité se reflétera par une erreur semblable dans l'estimation de la précision. Il est recommandé, en cas de doute, de vérifier, à l'aide d'une balance et d'un volume connu, la densité du sel indiquée par défaut dans le formulaire d'analyse.

- ◆ 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 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 à l'arrière du camion épandeur ou à partir du 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.



**ANNEXE 1
FORMULAIRE D'ANALYSE
DYNAMIQUE**

Cliquer [ici](#) pour ouvrir le formulaire d'analyse dynamique.

Grille d'analyse dynamique - Procédure allégée

Version 2021

Nom du technicien :

Date : Saison :

Numéro de 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)	1 320	Densité de l'abrasif (kg/m ³)	1680

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

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 (%)	Étalonnage conforme?
80	5 min 54 s				
300	1 min 34 s				

Abrasif (testé avec le 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 (%)	Étalonnage conforme?
250	2 min 24 s				
500	1 min 12 s				

Signature :  _____

Date : _____



ANNEXE 2
LISTE DE CONTRÔLE

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.
<input type="checkbox"/>	Le sel est de bonne qualité, sans grumeaux ou saletés et a un taux d'humidité adéquat (teneur en eau $\leq 1,5$ %).
<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 sel et est déposé sur une surface plane.
<input type="checkbox"/>	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.

