

EXPÉRIMENTATION

DE

LA TECHNIQUE DE PRÉHUMIDIFICATION DU SEL

SAISON 1993-1994

DIRECTION GÉNÉRALE DE MONTRÉAL

Centre de service Turcot

CANQ  
TR  
PT  
CRIT  
136

Préparé par: Annie Santer  
Conseillère en R&D  
Coordination de la recherche

mai 1994



457332



LA TECHNIQUE DE PRÉHUMIDIFICATION DU SEL



CANQ  
TB  
PT  
CRIT

# TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
SOMMAIRE EXÉCUTIF	
CONTEXTE ET LES OBJECTIFS DU PROJET	1
Le contexte et les origines du projet	1
Les objectifs spécifiques	2
L'évaluation technique	2
Conclusions	2
1. INTRODUCTION	3
2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS	4
2.1 L'épandeur	4
2.2 La centrale de fabrication de saumure	4
2.3 Le chargeur électrique	5
3. LE DÉROULEMENT DU PROJET	6
3.1 La planification de la démonstration	6
3.1.1 le choix du site	6
3.1.2 la coordination	6
3.2 La mise en place de la démonstration	6
3.2.1 la formation	6
3.2.2 l'élaboration des formulaires	8
3.2.3 la répartition des tâches pour la cueillette des données	8
3.2.4 équipements pour faire le suivi	8
3.2.5 la mise en service	9
3.3 Le déroulement de la démonstration	9
3.3.1 le support technique du fournisseur	9
3.3.2 l'évolution des attitudes	10
3.3.3 les rencontres avec le personnel	11
3.3.4 le suivi	11
4. LE SOMMAIRE DES RÉSULTATS	12
4.1 L'évaluation de la technique d'épandage de sel préhumidifié avec saumure NaCl	12
4.2 La maîtrise des équipements	13
4.3 La saumure NaCl en relation du climat	14
4.4 L'intérêt économique	14
4.4.1 équipement	15
4.4.2 épandage	15
4.5 Les coûts relatifs au projet pilote	17
4.6 Perception et intérêt du centre Turcot	18
5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	20
5.1 Conclusions générales et recommandations	20
5.2 Résumé des principales recommandations pour l'an prochain	21

## LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Plan de localisation

Annexe B : Dossier photographique

- épandeur Nido
- centrale à saumure S 2000 NaCl
- convoyeur/chargeur «QUICKMASTER»

Annexe C : Formulaires

- Formulaire 1 : contrôle de fabrication de saumure
- Formulaire 2 : contrôle des quantités (sel/saumure)
- Formulaire 3 : contrôle des temps de chargement (épandeur Nido)
- Formulaire 4 : enregistrement de pesées
- Formulaire 5 : contrôle des masses (épandeur Nido)
- Formulaire 6 : relevé de sorties des épandeurs
- Formulaire 7 : expérimentation des techniques d'épandage

Annexe D : Procédures

- Note 1 : procédure pour la fabrication de la saumure
- Note 2 : procédure de remplissage de l'épandeur
- Note 3 : opération d'épandage Nido avec saumure
- Note 4 : procédures informatiques pour Nido
- Note 5 : vérification des quantités épandues par Nido

Annexe E : Fiches techniques de l'épandeur Nido N90

Annexe F : Plan d'ensemble du pare-chocs et photos

Annexe G : Sorties d'épandeurs

- Relevé photographique

## SOMMAIRE EXÉCUTIF

### Le contexte et les origines du projet

Au cours de l'hiver 1992-93, le ministère des Transports du Québec (MTQ) entreprenait un programme d'essais pour l'évaluation de la technique de préhumidification du sel ou "bouillie" pour l'entretien hivernal du réseau routier.

L'évaluation de l'efficacité de la bouillie a débuté à l'hiver 1992-93 au district de Cap-Santé avec un épandeur loué de marque "DIC" qui fut modifié. Après le premier hiver, l'insuffisance du nombre d'heures d'utilisation de l'épandeur et de relevés d'épandage de bouillie ne permettaient pas de conclure sur la technique. Par contre, compte tenu de l'expertise développée en cours de projet et des argents engagés, l'épandeur fut acheté pour poursuivre l'évaluation de la technique d'épandage de sel préhumidifié.

Sur recommandation du sous-ministre des Services à la gestion, le MTQ a commandé quatre ensembles d'équipements hollandais afin de réaliser un projet pilote destiné à évaluer au Québec la technique d'épandage de sel préhumidifié. Bien que commandés le 15 décembre 1993, les équipements furent livrés au port de Montréal le 2 décembre de la même année. Chacun des ensembles comprenait : une centrale de fabrication de saumure de 43 871 \$, un chargeur électrique de 45 743 \$ et un épandeur à saumure Nido de 90 950 \$.

Trois directions territoriales acceptaient de participer au projet pilote sur les sites des centres Anjou, Turcot, Saint-Jérôme et Saint-Louis de Blandford.

L'engagement dans ce projet pilote impliquait le paiement sur trois ans des 2/3 du prix d'achat des équipements, qui demeureront la possession des directions territoriales quelle que soit l'efficacité desdits équipements. Le paiement de l'autre tiers étant supporté par la Direction générale des services à la gestion (DGSC), initiatrice du projet.

Le 1er octobre 1993, au cours d'une première rencontre, l'ensemble des participants au projet a exprimé ne pas avoir besoin du chargeur électrique compte tenu des procédures utilisées dans leurs centres. Cet équipement fut imposé puisqu'il faisait partie d'un ensemble déjà commandé.

Dès la réception du chargeur électrique au centre Anjou, celui-ci fut assemblé. Un rapport expliquant les raisons pour lesquelles l'équipement ne répondait pas aux besoins des centres de service fut rédigé. Suite à cela, le DGSG pris entente avec le fournisseur pour que les 4 chargeurs électriques soient ré-expédiés en Hollande en échange de 2 Nido supplémentaires qui ont été reçus début mars 1994.

## **Les objectifs spécifiques**

Les principaux objectifs ayant motivé l'essai de la bouillie étaient la réduction des coûts et la diminution de l'impact sur l'environnement tout en maintenant la qualité actuelle de l'entretien hivernal.

L'expérimentation réalisée au centre Turcot au cours de l'hiver 1993-94 avait comme objectifs plus spécifiques :

- de démystifier auprès des participants au projet la technique du sel préhumidifié;
- de tenter de déterminer les conditions limites en deçà desquelles la technique du sel préhumidifié demeure efficace et rentable;
- de fabriquer la saumure NaCl et d'en déterminer les coûts.

## **L'évaluation technique**

Le centre de service Turcot disposait d'une centrale de fabrication de saumure et d'un épandeur à saumure Nido. Leur expérimentation s'est faite du 19 janvier 1994 au 15 mars 94. La méthode employée et les résultats obtenus avec la centrale de fabrication de saumure ont été consignés dans un rapport séparé<sup>1</sup>.

L'évaluation technique des équipements ainsi qu'un rapport synthèse de la démonstration sur les 4 sites expérimentaux seront produits par le coordonnateur provincial.

## **Conclusions**

Le peu d'observations obtenues des missions d'épandage sur le réseau routier ne nous permet pas de conclure de façon définitive sur l'efficacité de la bouillie versus le sel sec.

Par contre, nous constatons que l'épandage du sel préhumidifié ne se prête pas particulièrement bien à nos conditions climatiques et que le prix de revient de la saumure et de son épandage est de beaucoup supérieur aux prévisions. Du point de vue économique, même une diminution optimale de 30 % du sel épandu serait insuffisante pour justifier l'utilisation de la technique d'épandage de sel préhumidifié tel qu'expérimenté au centre Turcot.

---

<sup>1</sup>

Voir Annie Santer pour rapport: Centrale à saumure NaCl «Schmidt-France Neige, S-2000» Centre Anjou, avril 1994.

## 1. INTRODUCTION

L'entretien routier hivernal qui consiste à assurer le maintien et la sécurité de la circulation est l'une des missions fondamentales du ministère des Transports.

Dans un contexte où les ressources sont de plus en plus rares, il importe d'accroître l'efficacité des organisations par l'introduction de nouvelles technologies, de nouvelles façons de faire ou encore une meilleure connaissance des phénomènes physiques. Or, à l'échelle mondiale, mais plus particulièrement en Europe, l'on assiste dans le domaine de l'entretien hivernal du réseau routier à une utilisation de plus en plus fréquente de la préhumidification du sel ou "bouillie" qui leur permet une réduction des quantités de sel consommées tout en offrant un niveau de sécurité acceptable. C'est dans cette perspective que le ministère des Transports du Québec a entrepris un programme d'essais pour évaluer cette technique.

Une première phase de cette évaluation a consisté à tester en 1992-93 cette technique à l'aide d'un épandeur français de marque "DIC" dans le district de Cap Santé. L'épandeur avait été loué pour les fins de l'essai et la saumure fut produite de façon artisanale. L'expertise développée et l'argent déjà engagé incitèrent le Ministère à acheter l'épandeur et à poursuivre l'expérimentation au chapitre de la technique de préhumidification proprement dite.

Une deuxième phase a ensuite consisté à acquérir, sur recommandation du sous-ministre adjoint à la Direction générale des services à la gestion, quatre ensembles d'équipements d'origine hollandaise et de les tester dans quatre centres de services. Cet essai a été réalisé dans le cadre d'un projet pilote portant sur la "technique de préhumidification du sel" et réalisé au cours de l'hiver 1993-94.

Le présent rapport décrit l'évaluation de cette technique à partir de l'expérience vécue dans le centre de service Turcot. Seront tour à tour présentés les équipements utilisés, la préparation et le déroulement du projet pilote ainsi que les résultats obtenus. Des recommandations relatives à une éventuelle poursuite de l'expérimentation destinée à encore mieux connaître les implications ainsi que les avantages et les inconvénients associés à la technique de préhumidification seront également formulées.

## 2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS

Les équipements faisant partie de chaque ensemble acquis proviennent de la compagnie SCHMIDT de Hollande (une filiale de SCHMIDT d'Allemagne). L'entreprise Équipement Fédéral Québec limitée en est la représentante québécoise. Chaque ensemble comprenait un épandeur, une centrale de fabrication de saumure et un chargeur électrique.

### 2.1 L'épandeur

L'épandeur de marque Nido série N 90 est d'une capacité de 7 m<sup>3</sup> en sel et de 2 500 litres de saumure. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- l'épandage se fait par l'arrière;
- un système RO-RO (roll-on, roll-off) permet l'installation et la dépose facile dans une benne de camion. Ce système inclut les butées latérales et les petites roues pour glisser dans la benne;
- un système de vidange hydraulique avec un raccordement de type "coupleur rapide" au système hydraulique du camion;
- un système de contrôle d'épandage "NIDO" agissant sur le débit du matériel, l'orientation de l'épandage (gauche/droite) ainsi que la largeur;
- un compteur de sel et de saumure de marque "NIDO";
- un indicateur de niveaux (min/max) des réservoirs à saumure;
- une bâche en deux parties, actionnée par câble;
- un tamis de 100 mm X 100 mm;
- des courroies de fixation à la benne;
- une chaîne de sécurité;
- des lisses de bois pour permettre le glissement facile de l'épandeur dans la benne;
- deux gyrophares 12 V de couleur ambre;
- un projecteur de travail placé à l'arrière;
- un cylindre hydraulique d'assistance installé pour faciliter le relevage de la chute à sel;
- les bagues de raccordement nécessaires au remplissage arrière des réservoirs de saumure.

L'épandeur Nido a été installé dans une benne de camion 10 roues de marque Kenworth année 1993.

Au centre Trucot, un pare-chocs arrière sera conçu et installé au cours de l'été prochain. Une copie du plan d'assemblage et des photos du pare-chocs réalisé au centre Anjou sont en annexe F.

### 2.2 La centrale de fabrication de saumure

La centrale de fabrication de saumure NaCl est d'une capacité de 2 m<sup>3</sup>/heure minimum et de marque et modèle spécifiques "SCHMIDT-FRANCE NEIGE, S-2000". Ses caractéristiques sont les suivantes :

- capacité du réservoir à sel: 2 m<sup>3</sup>;
- capacité du réservoir d'entreposage de la saumure: 10 m<sup>3</sup>;
- capacité de production de saumure à 23 % : 2 m<sup>3</sup>/heure minimum;
- débit de la pompe 20 m<sup>3</sup>/heure;
- contrôles électriques de chargement installés dans un boîtier;
- contrôles de fabrication de saumure regroupés dans un boîtier;
- alimentation électrique nécessaire au bon fonctionnement de l'usine compatible avec le système électrique nord-américain.

### 2.3 Le chargeur électrique

Le chargeur électrique de matériaux en vrac est d'une capacité de 45 m<sup>3</sup>/heure de marque et modèle "NIDO QUICKMASTER" doté des caractéristiques standards du manufacturier. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- hauteur de chargement: 2,5 à 4,0 m;
- deux vis sans fin acheminant le matériel vers la courroie de l'élévateur;
- moteur de 600 V, 3 kW, entraînant les vis sans fin et la courroie de l'élévateur;
- convoyeur avec courroie de caoutchouc munie de chevrons;
- structure supportant la courroie munie de roues sinueuses en forme de "V".

Bien que commandé et reçu cet équipement fut renvoyé au fournisseur. Ce point sera abordé plus loin.

### 3. LE DÉROULEMENT DU PROJET

#### 3.1 La planification de la démonstration

##### 3.1.1 le choix du site

Le tronçon expérimental retenu pour le centre Turcot se situait sur l'Autoroute Décarie, entre les rues Sherbrooke et l'autoroute 40. La distance couverte représente une douzaine de km par direction. (Voir plan de localisation annexe A). Le débit journalier moyen relevé en décembre 1992 était de 80 720 véhicules par direction.

Le niveau de service élevé sur ce tronçon implique le maintien en permanence de la chaussée en "noir" et l'absence absolue de verglas.

##### 3.1.2 la coordination

La coordination au niveau provincial était assurée par M. François Tremblay. Pour les centres Anjou et Turcot Mme Annie Santer s'occupait de la coordination. Le travail consistait principalement :

- à s'assurer du bon fonctionnement de l'expérimentation par une collaboration étroite avec le coordonnateur technique provincial, le formateur, les gestionnaires et les employés du centre Turcot, les coordonnateurs des 3 autres sites et les techniciens du Service de l'assurance qualité;
- à faire les interventions auprès du représentant des équipements concernant les problèmes techniques identifiés;
- à mettre en place et réaliser le suivi du projet pilote;
- à tenir régulièrement au courant de l'état d'avancement du projet le coordonnateur territorial;
- à rédiger un rapport d'évaluation de la technique de préhumidification du sel.

#### 3.2 La mise en place de la démonstration

##### 3.2.1 la formation

Afin de démystifier la technique d'épandage de sel préhumidifié et pour assurer une bonne compréhension et collaboration du personnel impliqué dans le projet, une formation d'une journée a été donnée. Les principaux points couverts ont été : les caractéristiques du sel, l'effet du sel, les méthodes de déglacage et les bouillies de sel. Le rapport de l'expérimentation d'épandage de sel préhumidifié réalisée à Cap Santé l'hiver précédent a été présenté et commenté.

Liste du personnel ayant participé à cette journée de sensibilisation et de formation donnée le 16 novembre par Michel Brown et François Tremblay:

- responsable des centres Anjou et Turcot;
- responsable du centre Turcot;
- coordonnatrice Anjou-Turcot;
- instructeur technique
- contremaître général;
- 3 contremaîtres en routes et structures
- 2 contremaîtres;
- 2 mécaniciens;
- 4 opérateurs affectés à l'épandeur Nido.

Une seconde journée de formation, traitant spécifiquement de l'épandeur et de l'usine à saumure a été donnée le 7 décembre.

Liste du personnel ayant participé à la journée de formation donnée par M. Kees Van Vooren de Hollande assisté de M. Alexandre Zalzal d'Équipement Fédéral :

- responsable des centres Anjou et Turcot;
- responsable du centre Turcot;
- coordonnatrice Anjou-Turcot;
- coordonnateur Québec;
- contremaître général;
- formateur Québec;
- 3 contremaîtres;
- 4 chefs d'équipe;
- 4 opérateurs affectés à l'épandeur Nido;
- 2 mécaniciens;

Une formation de 2 heures traitant du système informatique Nido a été dispensée le 10 décembre.

Liste du personnel ayant reçu la formation informatique dispensée par M. Van Vooren :

- 1 coordonnatrice Anjou - Turcot;
- 2 techniciens Assurance qualité;
- 1 technicien support informatique Assurance qualité.

Une formation pratique de 2 heures sur la conduite de l'épandeur Nido a eu lieu le 10 décembre.

Liste du personnel ayant assisté à cette formation dispensée par M. Van Vooren:

- 4 opérateurs affectés à la Nido;
- 1 coordonnateur Québec;
- 1 formateur Québec.

Une formation pratique de 2 heures sur le fonctionnement de la centrale a été assurée par M. Van Vooren et des employés du Ministère au cours du mois de décembre.

Liste du personnel ayant reçu cette formation:

- 4 chauffeurs
- 1 contremaître

Le temps consacré à la formation de base des employés du Ministère représente 275 heures/personne.

### **3.2.2 l'élaboration des formulaires**

Afin d'évaluer les dimensions techniques et économiques de la technique de préhumidification, 7 formulaires ont été conçus (annexe C).

- Formulaire 1 : contrôle de fabrication de saumure;
- Formulaire 2 : contrôle des quantités (sel/saumure);
- Formulaire 3 : contrôle des temps de chargement (épandeur Nido);
- Formulaire 4 : enregistrement de pesées;
- Formulaire 5 : contrôle des masses (épandeur Nido);
- Formulaire 6 : relevé de sorties des épandeurs.
- Formulaire 7 : expérimentation des techniques d'épandage

De plus, 5 notes énonçant des directives ont été émises (annexe D):

- Note 1 : procédure pour la fabrication de la saumure;
- Note 2 : procédure de remplissage de l'épandeur;
- Note 3 : opération d'épandage Nido avec saumure;
- Note 4 : procédures informatiques pour Nido;
- Note 5 : vérification des quantités épandues par Nido;

### **3.2.3 la répartition des tâches pour la cueillette des données**

Les formulaires de suivi ont été présentés et expliqués aux utilisateurs. Après utilisation, des ajustements et explications supplémentaires ont été nécessaires. Les formulaires 2, 3 et 5 n'ont pas été utilisés cette année car les relevés nécessitaient une base opérationnelle rodée ce qui n'a pas été atteint.

Pour la centrale à saumure, de façon occasionnelle, les techniciens de l'Assurance qualité remplissaient le formulaire 1. À cause d'un manque d'effectifs, c'est le contremaître qui s'occupait de la production de saumure.

Pour l'épandeur Nido, l'information était transmise verbalement des chauffeurs à leur chef d'équipe. Celui-ci communiquait l'information au contremaître en mécanique qui prenait les mesures appropriées. L'information concernant les interventions mécaniques était transmise par le contremaître à la coordonnatrice pour fin de compilation. Le formulaire 6 a été complété par la coordonnatrice alors que le formulaire 4 n'a pas servi.

Pour les observations relatives à la réaction de la bouillie sur le réseau routier, le technicien du Service de l'assurance qualité remplissait le formulaire 7 et prenait des photos.

### **3.2.4 équipements pour faire le suivi**

Plusieurs instruments ont été nécessaires pour réaliser le suivi du projet pilote.

Les instruments nécessaires au contrôle des densités à la centrale à saumure sont:

- un densimètre;
- un bêcher.

Les équipements nécessaires pour les observations sur le réseau routier sont:

- un véhicule aux couleurs du MTQ avec communication radio avec l'épandeur Nido;
- un paget;
- un appareil photo automatique avec téléobjectif et horodateur;
- un thermomètre infrarouge (pour le pavage);
- un thermomètre au mercure;
- 25 films photo.

Enfin, pour le contrôle des quantités de sel et de saumure épandus par l'épandeur Nido, il avait été envisagé d'utiliser le système de pesée en mouvement "MIKROS SYSTEMS". Après quelques pesées au centre de service d'Anjou, il a été constaté que ce système n'avait pas la précision nécessaire. Un rapport a été produit à cet égard<sup>2</sup>.

### **3.2.5 la mise en service**

C'est à partir du 25 janvier 1994, que la centrale à saumure a produit de façon régulière de la saumure NaCl aux concentrations voulues. Le 22 décembre l'épandeur Nido était utilisé sur un parcours régulier. Un communiqué de presse décrivant le projet pilote provincial fut émis une fois l'opération lancée et c'est le 15 mars que le suivi du projet prenait fin.

### **3.3 Le déroulement de la démonstration**

La démonstration sur le réseau routier a été très difficile, de courte durée et peu concluante. Il s'avère que le temps consacré à la formation du personnel, au rodage des équipements et au rodage du suivi sur route a été plus long que prévu. De plus les conditions climatiques défavorables, le non-respect des directives et la coordination de plusieurs intervenants éparpillés ont fait en sorte qu'un très petit nombre d'observations ont été réussies lors de missions d'épandage de sel préhumidifié.

#### **3.3.1 le support technique du fournisseur**

La collaboration et le service rendu par Équipement Fédéral au cours du projet pilote ont été satisfaisants. Le même mécanicien était affecté à tous les sites ce qui le rendait plus apte à détecter les problèmes. De façon générale, le service était rapide, les liaisons étaient promptement faites avec la Hollande pour résoudre certains problèmes, les pièces de remplacement expédiées de Hollande arrivaient en 4 jours. Tous les travaux effectués sur l'épandeur Nido par Équipement Fédéral étaient couverts par la garantie et aucun montant n'a été facturé. Une exception cependant, 1 500 \$ payé à Équipement Fédéral pour des modifications au système Ro-Ro et au système hydraulique afin de le rendre compatible à nos équipements.

---

<sup>2</sup>

Voir Annie Santer pour rapport: Pesée en mouvement «MIKROS SYSTEMS» mars 1994.

Par contre, il aurait été souhaitable que Monsieur Van Vooren qui est demeuré en tout 4 semaines (échelonnées sur deux voyages) soit plus présent au Québec. Il était le seul à avoir une expérience pratique des équipements. Certains problèmes auraient pu être évités, entre autre au niveau informatique où Équipement Fédéral n'était d'aucun recours. Ce n'est qu'au second voyage de M. Van Vooren au début mars, que l'informaticienne du MTQ a eu les éclaircissements nécessaires à la bonne compréhension du logiciel.

En fait, aucune solution n'a été apportée pour adapter les équipements aux besoins et aux façons de faire du MTQ. C'est le Ministère qui s'est ajusté aux pratiques hollandaises.

### 3.3.2 l'évolution des attitudes

Au fil des années, le Ministère a développé une bonne expertise en entretien hivernal. Depuis l'instauration des cours de formation annuels à l'ensemble du personnel concerné, il est maintenant admis que dans certaines circonstances il soit possible de saler moins en salant mieux. Donc, suite à la formation de deux jours sur la technique d'épandage de sel préhumidifié qui permettrait des économies, l'ensemble des employés étaient enthousiastes quant aux possibilités de cette nouvelle approche.

Par contre, les différents problèmes de rodage ont fait en sorte qu'à mi-saison un bon nombre d'employés ne croyaient plus à l'intérêt de cette technique.

Un autre facteur a précipité le niveau d'insatisfaction chez les chauffeurs, c'est le témoignage du chauffeur de Longueuil<sup>3</sup> lors de la journée de formation. Celui-ci n'avait que des éloges à faire sur l'équipement qu'il qualifiait de parfaitement performant et fiable et ce, depuis le début de sa mise en service. Nous savons maintenant qu'à Longueuil il y a aussi eu des problèmes d'ajustement. Des attentes irréalistes ont ainsi été créées auprès des chauffeurs. Il a fallu dès lors sélectionner les chauffeurs qui voulaient bien travailler avec l'épandeur Nido.

Les chefs d'équipes et les chauffeurs, responsables de l'efficacité des opérations de déneigement, furent parmi les premiers à augmenter les dosages de sel préhumidifié à appliquer, à décider des tournées d'épandage plus rapprochées et occasionnellement à éliminer la saumure.

Quant au contremaître en mécanique qui devait consacrer beaucoup de temps pour s'assurer de la bonne marche du projet, ceci en supplément de sa charge de travail habituelle, son scepticisme augmentait au même rythme que les coûts engendrés par le projet pilote.

---

<sup>3</sup> Au cours de l'hiver 1992-93, la ville de Longueuil a acquis et utilisé un épandeur Nido. Le chauffeur du Nido est venu, dans le cadre de la journée de formation, faire part de son expérience.

### 3.3.3 les rencontres avec le personnel

Bien que très profitable, seulement une réunion avec les différents niveaux de personnel impliqué dans le projet pilote s'est tenue. Le manque de temps, les coûts impliqués et la difficulté de réunir un si grand nombre de personnes en sont les principales causes. Donc, c'est au cours de cette réunion tenue le 1<sup>er</sup> février que la majorité des chauffeurs ont déclaré ouvrir la trappe d'alimentation en sel au maximum soit à 120 mm plutôt qu'à 30 mm tel que spécifié. Différentes raisons ont été apportées pour justifier cette pratique. Les plus fréquentes étaient le blocage du sel à la sortie de l'épandeur et la sensation que le taux d'application était trop faible. Tous les relevés effectués avant le 1<sup>er</sup> février ont donc du être rejetés. Les chauffeurs ont été sensibilisés au fait que tous les relevés routiers effectués étaient perdus puisque les données sur les taux d'épandage étaient faussées. Un renforcement pour le respect des directives d'épandage a été fait.

Après le premier suivi de missions\* une rencontre avec le personnel impliqué a été convoquée pour bien redéfinir les procédures, les rôles et responsabilités de chacun. Une note concernant les procédures à suivre a été émise (annexe D).

### 3.3.4 le suivi

Durant la période entre de 21 décembre 93 et le 27 mars 1994, l'épandeur Nido a effectué 56 missions. Par contre toutes les missions n'impliquaient pas l'utilisation de la saumure (températures inférieures à - 17°C ou bris d'équipement) et ne se prêtaient pas toutes à des suivis photographiques.

Les observations permettant de constater l'efficacité de la bouillie sur le réseau, n'ont débuté qu'à partir du 20 janvier. Par contre les relevés effectués avant le 1<sup>er</sup> février sont inutilisables compte tenu du non-respect des taux d'épandage prescrits. Malheureusement, les conditions climatiques n'ont permis que peu de missions après cette date. De plus, la plupart des relevés photographiques n'ont pu être utilisés. Des relevés photographiques sont présentés à l'annexe B.

Les principales raisons expliquant le peu de relevés photographiques valables sont :

- que les équipements n'étaient pas prêts en début d'hiver;
- que les employés n'étaient pas familiers avec les équipements;
- les difficultés opérationnels et informatiques de l'épandeur Nido;
- la mauvaise exécution des procédures;
- la coordination d'un grand nombre de personnes éparpillées;
- le froid intense ne permettant pas l'application de saumure NaCl;
- les mauvaises conditions météorologiques telles que neige intense;
- un pavage au noir;
- la mauvaise qualité des photos.

\* une mission est une opération d'épandage pouvant nécessiter plusieurs chargements qui se terminent lorsque le réseau routier est rendu sécuritaire.

#### 4. SOMMAIRE DES RÉSULTATS

##### 4.1 L'évaluation de la technique d'épandage de sel préhumidifié avec saumure NaCl

La période de rodage des équipements s'est faite à l'intérieur de délais normaux. Par contre, ces délais ont eu pour effet que le nombre de missions d'épandage a été insuffisant pour conclure sur l'efficacité du sel préhumidifié par rapport au sel sec. Pour les mêmes raisons, la possibilité de faire des économies en sel de l'ordre de 30% n'a pu être démontrée mais semble trop optimiste.

Une rapide analyse fait ressortir que les conditions en Hollande sont plus favorables à la technique du sel préhumidifié qu'au Québec puisque :

- la température hivernale est plus clémente en Hollande et demeure au dessus des limites prescrites pour l'utilisation de la saumure de sodium. Au Québec il arrive fréquemment que les températures soient beaucoup trop basses pour permettre l'utilisation de cette saumure. En annexe G, le relevé de sorties d'épandeur et des températures;
- les tempêtes sont moins rigoureuses en Hollande. Selon M. Van Vooren, en période de précipitation, la température se maintient autour du point de congélation et baisse rarement sous les - 10° C. De plus, un épandage avant le gros du trafic et un second épandage en fin de précipitation sont suffisants. Au Québec des températures sous les - 15° C accompagnent souvent les précipitations et les applications de fondants sont plus fréquentes (aux 2 heures lors de tempêtes);
- la qualité du sel épandu sur le réseau hollandais est telle que prescrit dans le prospectus de SCHMIDT France soit une granulométrie variant de 0,1 à 5 mm. Au MTQ, du gros sel de granulométrie variant de 0,1 à 10 mm est épandu.

Nos méthodes d'interventions, notre circulation, notre niveau de service, notre qualité de sel ainsi que la formation des employés sont tous des facteurs d'importance qui font qu'une technologie hollandaise ne peut être utilisée tel quel sans devoir faire un transfert technologique. Dans ces conditions, il aurait été souhaitable tant pour M. Van Vooren que pour le Ministère que celui-ci demeure plus longtemps au Québec pour qu'il prenne conscience des facteurs qui font que la technique de sel préhumidifié qui est adaptée à la Hollande n'atteigne pas le niveau de performance attendu au Québec. M. Van Vooren ne semblait pas intéressé par cet aspect. Il faut dire à sa décharge que son mandat se limitait à s'assurer du bon fonctionnement des équipements vendus.

Les études sur l'efficacité comparée des différentes techniques d'entretien hivernal sont très délicates. Les résultats sont fortement affectés par une multitude de variables. Les effets tels ceux de la température, des variations de température, de la texture du revêtement, d'une chaussée humide ou sèche, du vent et du trafic peuvent avoir une forte influence sur l'efficacité du traitement. On ne peut guère s'attendre à ce que les essais in situ donnent des résultats concluants à court terme et certains tests effectués en laboratoire pourraient être avantageux.

## 4.2 La maîtrise des équipements

Le projet pilote a permis de bien connaître le fonctionnement de la centrale à saumure et de former le personnel nécessaire pour la fabrication de saumure. Par contre nous utilisons du sel fin alors que nous voulons utiliser du gros sel.

En ce qui concerne l'épandeur Nido, ce ne sont pas tous les chauffeurs identifiés pour l'expérience qui ont eu suffisamment d'heures de conduite sur le réseau pour en avoir la pleine maîtrise. C'est ainsi que:

- à une exception près, les chauffeurs n'avaient pas à s'occuper de la programmation du pupitre de contrôle ni du transfert des données informatiques;
- la tenue de route de l'épandeur n'est pas très bonne à cause du centre de gravité décentré vers l'arrière. Ceci était causé par la benne du camion support qui était trop courte et par le système Nido qui vide le sel de l'avant vers l'arrière de la trémie. De plus, l'épandage n'est plus inter-essieux donc le sel n'est jamais sous les roues du camion;
- l'épandage arrière est moins visible pour le chauffeur et est considéré comme un retour en arrière par rapport à nos opérations régulières.

Seulement certains chauffeurs apprécient travailler avec l'épandeur Nido. En plus des adaptations à la conduite, certaines opérations supplémentaires sont introduites. Le remplissage de l'épandeur en saumure peut devenir désagréable. En effet, alors qu'au premier remplissage il n'y a pas trop de problème car l'épandeur est propre, après un circuit d'épandage, il se produit une accumulation de neige, voire de glace au niveau de l'embout de remplissage et de la jauge de trop plein. Il a fallu en certaines occasions utiliser l'arrosage à l'eau chaude pour parvenir à dévisser l'embout de remplissage. Le chauffeur se mouillait et se gelait les doigts. Du point de vue ergonomique, nous avons eu des plaintes à l'effet que le remplissage peut occasionner des blessures au dos.

Considérant comme plus à risque le fait que tout le système d'épandage soit à l'arrière, il est prévu d'installer au cours de l'été un pare-chocs sur l'épandeur de Turcot. Le plan de fabrication du pare-chocs installé au centre Anjou est disponible. M. Van Vooren considère nos craintes injustifiées car en Hollande sur une flotte dépassant les 1 000 épandeurs (épandage arrière), aucun cas d'accident n'a été rapporté ! Le portrait est tout autre ici si l'on en juge par le projet pilote. En moins d'un mois d'utilisation au Québec, 3 des 4 épandeurs Nido ont été légèrement accidentés à l'arrière.

Le programme informatique est maintenant maîtrisé par la technicienne en informatique du Service de l'assurance de la qualité et trois techniciens du même service peuvent l'utiliser. Au centre Turcot, le contremaître en mécanique et un chauffeur en connaissent le fonctionnement.

Le rapport d'évaluation technique concernant l'épandeur Nido sera rédigé par le coordonnateur provincial qui est du Service de l'approvisionnement.

### 4.3 La saumure NaCl en relation du climat

Les sommaires météorologiques de la région de Montréal ont été analysés en relation avec les sorties d'épandeurs sur le réseau couvert par le centre Turcot entre le 21 décembre et le 27 mars. Il est constaté que durant cette période les épandeurs ont participé à 74 missions de salage (annexe G).

Tenant compte des recommandations du manufacturier de ne pas utiliser la saumure en dessous des - 17° C il y aurait eu:

- 11 opérations durant lesquelles la température était continuellement sous les - 17° C;
- 46 opérations durant lesquelles la température était momentanément sous les - 17° C.

Tenant compte du fait qu'il est difficile de prédire avec exactitude les conditions de température, l'instruction de ne pas utiliser la saumure sous les - 15° C semble sécuritaire. Dans ce cas, il y aurait eu:

- 19 opérations durant lesquelles la température aurait été en tout temps sous les - 15° C;
- 49 opérations durant lesquelles la température aurait été occasionnellement sous les - 15° C.

Tenant compte des recommandations tirées du guide technique «la bouillie de sel»<sup>4</sup> de ne pas utiliser la saumure sous les - 12° C il y aurait eu :

- 25 opérations durant lesquelles la température aurait été en tout temps sous les - 12° C;
- 56 opérations durant lesquelles la température aurait été occasionnellement sous les - 12° C.

### 4.4 L'intérêt économique

Pour un niveau de service déterminé, le coût direct de l'entretien hivernal est composé essentiellement des frais d'encadrement et des frais de personnel, de matériel et de fondants. Il y a lieu de rechercher des économies en agissant sur l'ensemble des éléments du prix de revient et plus particulièrement sur la consommation en fondants qui en est l'élément le plus important. L'utilisation de la bouillie devrait théoriquement permettre 30 % d'économies de sel sec avec le Nido.

Durant l'hiver 1993-94, la consommation en sel du centre Turcot fut de 11 294 tonnes. La flotte utilisée pour l'épandage était constituée de 8 épandeurs appartenant au MTQ (dont le Nido).

Afin de pouvoir évaluer l'intérêt économique, plusieurs hypothèses doivent être posées tout en essayant de respecter le plus possible la réalité.

---

<sup>4</sup> «...La bouillie de sel consiste à répandre simultanément du sel en grains et de la saumure conjuguant ainsi les avantages des deux procédés en supprimant les défauts de chacun:

- la saumure attaque immédiatement la couche de glace et de neige;
- au fur et à mesure de la dilution de la saumure, le sel en grains fond, maintenant une concentration suffisante de la saumure et prolongeant ainsi son efficacité;
- du fait de l'apport d'eau, le mélange reste efficace jusqu'à des températures ambiantes voisines de - 10° C à - 12° C...».

#### 4.4.1

### ÉQUIPEMENT

Hypothèse

**Durée de vie des équipements: 10 ans**

Prix total	Prix par année
• Épandeur conventionnel 11 000 \$	11 000 \$ + 10 = 1 100 \$/an
• Épandeur Nido 90 950 \$	90 950 \$ + 10 = 9 095 \$/an
• Centrale à saumure 43 871 \$	43 871 \$ + 10 = 4 387 \$/an
• Utilisation d'un ordinateur: non déterminé	

#### 4.4.2

### ÉPANDAGE

Tel que relevé cet hiver, si les sorties du Nido avaient été faites au cours de la totalité de la saison et si elles avaient respecté les températures en tout temps supérieures à - 15°C, 55 missions avec saumure auraient été réalisées sur les 74 missions exécutées soit 74% des missions.

Le mouillage recommandé de 30% en saumure représente une application de 363 litres de saumure par tonne de sel sec épandu.

Hypothèses

**11 294 tonnes de sel sec épandu**

**75 missions sont effectuées**

**8 épandeurs utilisés**

**74% des missions avec saumure NaCl**

**30% de réduction du sel sec épandu**

**À chaque mission, les quantités de sel épandu sont identiques**

**Chacun des épandeurs épand les mêmes quantités de sel**

**Prix du gros sel: 45,83 \$ la tonne**

**Prix de la saumure: 0,07 \$ le litre<sup>5</sup>**

---

<sup>5</sup> Voir Annie Santer pour rapport: Centrale à saumure NaCl «Schmidt-France Neige, S-2000» Direction générale de Montréal «Anjou», avril 1994.

## Paramètres par épandeur par saison

## Calculs

- |  |   |
|--|---|
| • 56 missions avec saumure   | $75 \text{ missions} \times 74\% = 56 \text{ missions}$                     |
| • 1 412 tonnes épandues par épandeur   | $11\,294 \text{ ton.} + 8 \text{ épan.} = 1\,412 \text{ ton/épan}$          |
| • 18,8 tonnes épandues<br>par épandeur par mission                               | $1\,412 \text{ ton.} + 75 \text{ mis.} = 18,8 \text{ tonnes}$               |
| • le Nido sauve 316 tonnes de sel sec<br>(la saumure permet une économie de 30%) | $56 \text{ miss.} \times 18,8 \text{ ton} \times 30\% = 316 \text{ tonnes}$ |
| • le Nido épand 1 410 tonnes de sel sec<br>(incluant les sorties sans saumure)   | $75 \text{ miss.} \times 18,8 \text{ ton} = 1\,410 \text{ tonnes}$          |
| • le Nido épand 737 tonnes de sel sec<br>(lors d'application de saumure)         | $56 \text{ miss.} \times 18,8 \text{ ton} \times 70\% = 737 \text{ tonnes}$ |
| • 267 531 litres de saumure pour épandre<br>737 tonnes de sel sec                | $737 \text{ ton} \times 363 \text{ lit/ton} = 267\,531 \text{ lit}$         |
| • 14 482 \$ d'économie en sel sec  | $45,83 \$ \times 316 \text{ ton} = 14\,482 \$$                              |
| • 18 727 \$ en saumure   | $0,07 \$ \times 267\,531 \text{ lit} = 18\,727 \$$                          |

Donc au cours de l'hiver 1993-94, si l'épandeur Nido avait été utilisé en tout temps lorsque la température le permettait et qu'une réduction optimale de 30% du sel sec ait été obtenue, des économies en sel sec de 14 482 \$ auraient été réalisées. Par contre, des coûts supplémentaires de 18 727 \$ pour la saumure et de 7 995 \$ pour le Nido (sans compter l'ordinateur) auraient été encourus. Il en aurait donc coûté dans les meilleures conditions 12 240 \$ de plus pour utiliser cette nouvelle technique d'épandage, ceci pour un seul épandeur. Ce qui revient à dire que dans les meilleures conditions, soit l'atteinte d'une économie de 30% en sel sec épandu, pour chaque tonne de sel sec épandu il faut ajouter 16,60 \$ pour la technique de préhumidification. Par contre, si l'on tient compte du sel épandu au cours de l'hiver alors que la saumure ne peut être utilisée, il faut alors prévoir dépenser 8,68 \$ de plus par tonne de sel sec épandu.

#### 4.5 Les coûts relatifs au projet pilote

Les coûts relatifs au personnel impliqué pour l'expérimentation à Anjou durant l'hiver 1993-94 peuvent être estimés à :

##### PERSONNEL DIRECTEMENT IMPLIQUÉ

Coordonnateur provincial	
4 200 \$ X 5 mois + 4 sites (gestion et coordination) . . . . .	5 250 \$
Formateur provincial	
4 200 \$ X 5 mois+ 4 sites (formation, gestion et coordination) . . . . .	5 250 \$
Coordonnatrice Montréal (Anjou-Turcot)	
4 200 \$ X 4 mois + 2 sites (gestion et coordination) . . . . .	8 333 \$
Responsable Turcot	
2j (formation) 10j (gestion et réunions) . . . . .	2 520 \$
Contremaître général Turcot	
1j (formation) 1j (gestion) . . . . .	340 \$
Contremaîtres et ou chef d'équipe en routes et structures	
6j (formation) 6j (gestion, exécution, réunions) . . . . .	2 004 \$
Contremaître en mécanique	
2j (formation) 24 j (gestion, exécution, réunions) . . . . .	4 342 \$
4 chauffeurs	
2j (formation) 1j (exécution informatique, réunions) . . . . .	1 302 \$
2 mécaniciens	
2 j (formation) . . . . .	420 \$
3 techniciens du Service de l'assurance qualité	
1 j (formation) 66j (exécution et réunions) + 2 sites . . . . .	5 862 \$
1 technicien informatique de l'Assurance qualité	
1j (formation) 3j (support et réunion) + 2 sites . . . . .	350 \$
	<u>35 973 \$</u>

##### FRAIS DIVERS

• à Fédéral Équipement pour modifier le système Ro-Ro . . . . .	1 500 \$
• installation de feux arrières . . . . .	150 \$
• dépenses assumées par le Service de l'assurance qualité . . . . .	380 \$
• dépenses pour photos incluses dans divers rapports . . . . .	100 \$
	<u>2 130 \$</u>

L'achat du convoyeur électrique de 45 743 \$, bien qu'il ait été renvoyé et échangé devrait être également comptabilisé puisque cela s'est traduit indirectement par l'acquisition de deux épandeurs supplémentaires non prévus au départ.

#### 4.6 Perception et intérêt du centre Turcot

La réalisation du projet pilote au centre Turcot a coûté 38 103 \$ en plus des coûts d'achat d'équipement et d'opération pour l'hiver 1993-94. (réf. au sous point 4.5)

Pour plusieurs raisons, le site Turcot ne s'est pas avéré très approprié pour ce type de projet pilote.

- Le manque de personnel a eu pour effet de beaucoup augmenter la charge de travail du contremaître en mécanique et ne nous a pas permis d'avoir des relevés de suivis réguliers. Le respect des procédures et la circulation de l'information a été difficile.
- Le tronçon routier qu'est le boulevard Décarie avec un débit journalier de 80 720 véhicules par direction n'est pas approprié pour faire le rodage d'équipements ou l'expérimentation d'une technique non éprouvée. Une mauvaise décision à l'effet de ne pas mettre assez de sel au bon moment a pour conséquence de mettre la sécurité du public en danger et à tout le moins de congestionner le réseau à tel point qu'il devient impossible aux équipes de retourner faire une seconde application. Une application suffisante de sel doit être faite avant le début du trafic sinon le problème devient irrécupérable.
- L'endroit n'est pas des plus adéquats pour profiter des bénéfices de la préhumidification du sel qui permet aux grains de s'imprégner dans la glace ou la neige pour former immédiatement une saumure et aussi de prévenir les rebondissements du sel sur les côtés de la route. En effet, de par le volume du trafic enregistré, la surface de la chaussée est rapidement rendue humide et de par la configuration géométrique de la structure, les pertes en sel ne sont pas considérables. De plus la méthode d'épandage en bande qui est appliqué minimise la perte de sel sur les accotements.
- Lorsque la température va sous les - 17° C, la saumure ne peut être appliquée car elle peut geler dans l'épandeur ou comme il est arrivé à une occasion, geler sur la route après l'épandage. Par contre lorsque la chaussée est mouillée, ce qui est habituellement le cas sur ce tronçon, il n'y a pas grand avantage à appliquer la saumure.
- Le système informatique Nido nécessite de fixer certains paramètres en utilisant un micro-ordinateur. Ensuite, la quantité et la largeur d'épandage sont transmises par l'opérateur au cerveau électronique de la saleuse qui contrôle l'épandage. Un mauvais fonctionnement de l'informatique ainsi que l'accès au micro-ordinateur ont occasionné des problèmes. L'intérêt d'avoir les relevés du système informatique Nido reste à démontrer. Qui au Ministère en fera l'analyse et dans quel optique?
- La bêche n'est pas une option très utile puisque le sel chargé est épandu immédiatement sur le réseau. Lorsque les missions d'épandages sont terminées, les épandeurs sont vidés et nettoyés.

- Le fait d'avoir un camion porteur à benne a occasionné différents problèmes (centre de gravité déplacé vers l'arrière, blocage du sel entre la benne et le convoyeur, difficulté d'accès pour le graissage et nettoyage).
- L'épandeur Nido injecte un taux fixe de 30% de saumure. Si nous voulions expérimenter la saumure de  $\text{CaCl}_2$  selon la pratique américaine qui utilise un taux de mouillage de 5%, l'équipement ne nous le permettrait pas.

Il faut bien comprendre que la planification et l'organisation du salage et du déneigement n'est pas chose aisée. La difficulté vient du fait que le responsable, en période critique, doit prendre des décisions rapides. Lors d'accidents ou de congestion l'opinion publique, les médias et les gestionnaires exercent des pressions pour que plus de sel soit appliqué. Les conditions d'opération sont stressantes à cause des mauvaises conditions climatiques et du manque de civisme de plusieurs conducteurs. Le chauffeur d'épandeur se sent responsable de la sécurité des automobilistes à titre d'intervenant de première ligne, le chef d'équipe est responsable de l'opération de déneigement alors que les contremaîtres et le responsable du centre veulent que tout se passe bien. Dans ces conditions, il faut se demander s'il est préférable de prendre la décision de mettre un peu plus de sel que de risquer d'en mettre un peu moins alors qu'il est question de sécurité.

## 5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 5.1 Conclusions générales et recommandations

L'évaluation de la technique d'épandage de sel préhumidifié qui a fait l'objet du projet pilote sur le boulevard Décarie a mis en évidence que ce tronçon est trop achalandé pour y faire des expérimentations, que les directives sur les taux d'épandages n'étaient pas respectées car les employés les trouvaient trop faibles pour assurer la sécurité et que près de 30% des sorties auraient été impossible à cause des températures trop froides. L'analyse économique tend à démontrer que même bénéficiant des réductions optimales de sel épandu soit 30%, pour chaque tonne de sel sec épandu il faut ajouter 16,60 \$ si seulement la technique de préhumidification est appliquée alors qu'il faut prévoir 8,68 \$ supplémentaire par tonne de sel sec épandu lorsque l'application de sel sec est en complémentarité de la technique de sel préhumidifié.

L'introduction de la nouvelle technique d'épandage dans l'unité de service a demandé plus de temps et d'énergie que prévu. L'hiver 1993-94 n'aura permis que le rodage des équipements et la familiarisation du personnel.

Il est donc prématuré d'émettre une opinion bien arrêtée sur l'efficacité de la bouillie en comparaison du sel sec. Il est actuellement très difficile de connaître la quantité de sel épandu sur un tronçon particulier et de s'assurer que les directives concernant l'épandage sont respectées; dans ces conditions l'objectif de diminuer de 30 % l'épandage de sel est trop optimiste et pratiquement incontrôlable. Par ailleurs, il est permis de conclure que les conditions climatiques sont un facteur important qui minimisent l'utilisation de la saumure au NaCl (la saumure CaCl<sub>2</sub> serait plus avantageuse), que les déboursés initiaux et d'opération pour adopter cette technique sont élevés et non économiquement rentables, que l'utilisation du Nido est plus astreignante pour le chauffeur, que la pertinence de l'épandage directionnel et de l'information fournie par le bavard ne sont pas démontrées.

Les coûts nets et les problèmes rencontrés font en sorte que la technique de sel préhumidifié avec ce type d'équipements ne paraît pas une avenue intéressante pour nos conditions. Dans ce contexte et compte tenu de l'envergure de l'expérimentation, une location d'équipements tel qu'il fut fait à Cap Santé aurait été souhaitable. Pour la réalisation du projet pilote, le Ministère a acheté pour 722 256 \$ d'équipements sans avoir l'assurance que cette technique peut être appliquée de façon sécuritaire et que des économies puissent être réalisées.

Compte tenu des investissements réalisés et dans le cadre de la poursuite de l'évaluation de la technique d'épandage de sel préhumidifié, il est recommandé de poursuivre les observations sur 5 ans afin de documenter un dossier objectif permettant une prise de décision rationnelle de la part du Ministère.

Les principaux points à contrôler lors de la prochaine saison sont les taux d'épandage et leur fréquence. Un tronçon expérimental moins achalandé devrait être préféré au tronçon actuel. Une attention particulière de l'impact sur la sécurité devrait être portée. Des tests en laboratoire sur le pouvoir de fonte pourraient être exploités pour prédire l'efficacité des traitements routiers sur le terrain.

De façon plus générale en regard d'une participation à un projet pilote, il faudrait s'assurer que l'on obtienne toute l'information pertinente pour être en mesure de considérer les coûts et implications qui en découleront. De plus il faudrait tenir compte de l'opinion des spécialistes opérationnels des centres de service sur la faisabilité, les avantages et les problèmes qui sont prévisibles.

Il serait souhaitable de faire attention à l'euphorie engendrée lors de participations à des congrès, lors de voyages à l'étranger, d'articles disparates et de techniques de vente efficaces. Toute introduction à une nouvelle technique demande un transfert technologique et plus particulièrement en ce qui a trait aux techniques d'entretien hivernal. L'hiver québécois est parmi les plus rigoureux et ne peut en aucun temps être considéré comme «à peu près semblable» à celui de pays comme la France ou la Hollande.

## **5.2 Résumé des principales recommandations pour l'an prochain**

- Poursuivre les observations sur le réseau routier de l'efficacité de la bouillie en comparaison du sel sec.
- Réévaluer la localisation du tronçon expérimental.
- Installer l'épandeur sur un camion à plate-forme.
- Assurer la coordination du suivi par un employé du centre Turcot.
- Garantir la sécurité routière.
- S'assurer que les paramètres et les taux d'épandages prescrits sont bien ceux épandus.
- Adoption d'une méthode standardisée de mesure et d'évaluation dans les 4 centres.
- Réaliser des rencontres avec les employés pour corriger la perception négative qu'en ont déjà les utilisateurs.
- Débuter la poursuite de l'expérimentation dès l'amorce de la saison.
- Former le personnel du centre Turcot à l'utilisation du logiciel Nido.
- Mener des études en laboratoire afin d'analyser entre autre, la réaction physique de la saumure en relation avec la température extérieure associée à celle du pavage et des temps de réaction.
- Préparer et réaliser un programme de relevé visuel.

PLAN DE LOCALISATION



. VIADUC VÉZINA : OBSERVATION

. ISABELLA : TRANSITION

. VIADUC SNOWDON : OBSERVATION

. SHERBROOKE DÉBUT

CENTRE  
TURCOT

AUTOROUTE DÉCARIE

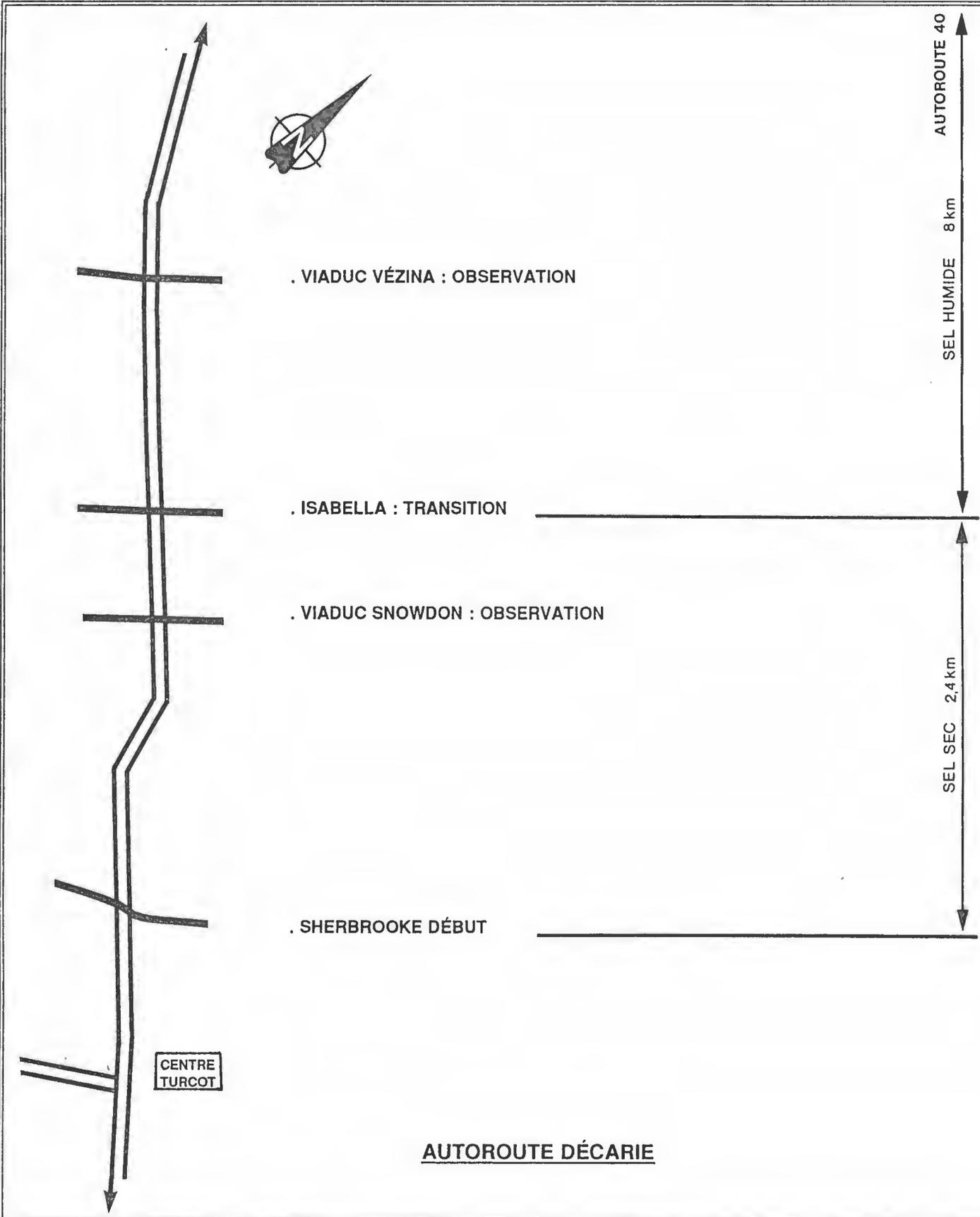
AUTOROUTE 40

8 km

SEL HUMIDE

2,4 km

SEL SEC



**DOSSIER PHOTOGRAPHIQUE**

- épandeur Nido
- centrale à saumure S 2000 NaCl
- convoyeur/chargeur «QUICKMASTER»

CENTRE TURCOT

ÉPANDÉUR NIDO S90 SUR CAMION KENWORTH 1993 AVEC BENNE



CENTRALE À SAUMURE S 2000 Na Cl

CENTRE TURCOT

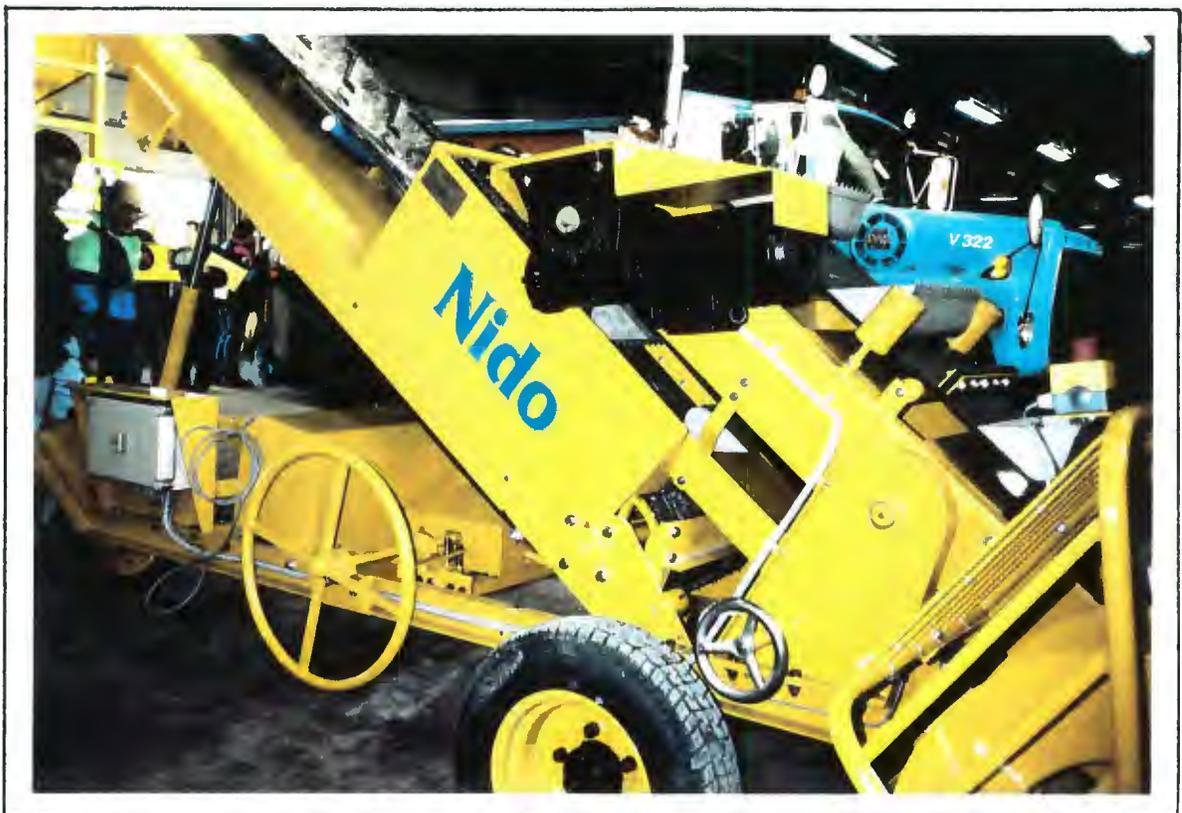


CENTRALE À SAUMURE S 2000 NaCl

CENTRE TURCOT



CONVOYEUR/CHARGEUR «QUICKMASTER»



### FORMULAIRES

- Formulaire 1: contrôle de fabrication de saumure
- Formulaire 2: contrôle des quantités (sel/saumure)
- Formulaire 3: contrôle des temps de chargement (épandeur Nido)
- Formulaire 4: enregistrement des pesées
- Formulaire 5: contrôle des masses (épandeur Nido)
- Formulaire 6: relevé de sorties des épandeurs
- Formulaire 7: expérimentation des techniques d'épandage















SERVICE DE L'APPROVISIONNEMENT  
DIVISION MATERIEL

EXPERIMENTATION DES TECHNIQUES D'EPANDAGE

HIVER 93-94

C.S.

MATERIEL

DATE

EPANDAGE

BOUILLIE DE SEL       LARGEUR (m)

SEL SEC       TAUX (g/m<sup>2</sup> ou kg/km)

COCHEZ (X)

CONDITIONS METEOROLOGIQUE

HEURE									
	T=0	T=15m	T=30m	T=60m	T=90m	T=120m	T=	T=	T=

GENERALES								
TEMPERATURE AIR (°C)								
VENT (intensité, direction)								
POUDRERIE								
INTENSITE DE NEIGE								
PLUIE								
TRAFIC (5 min)								
TEMP. PAVAGE (°C)								

TEMPS T	ETAT DE LA CHAUSSEE	COMMENTAIRE
T=0		
T=15m		
T=30m		
T=60m		
T=90m		
T=120m		
T=		
T=		
T=		

### PROCÉDURES

- Note 1: procédure pour la fabrication de la saumure
- Note 2: procédure de remplissage de l'épandeur
- Note 3: opération d'épandage Nido avec saumure
- Note 4: procédures informatiques pour Nido
- Note 5: vérification des quantités épandues par Nido

## CENTRALE À SAUMURE S 2000 NaCl

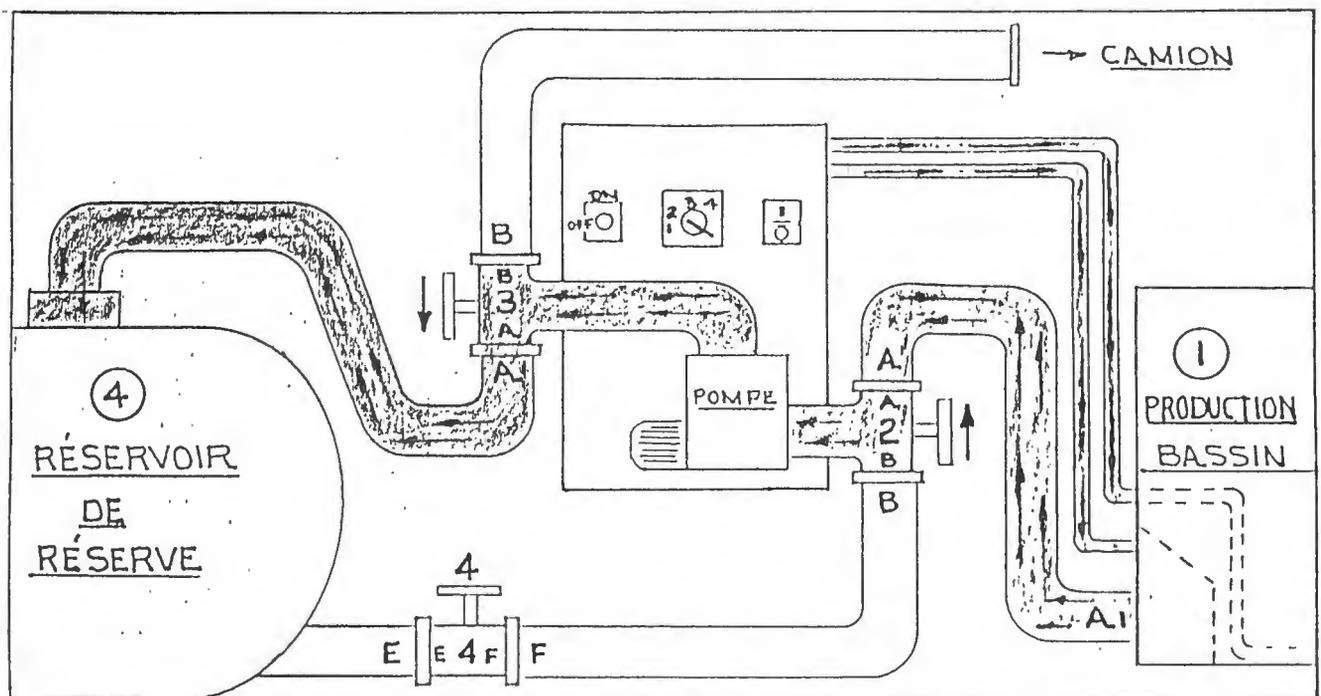
### PROCÉDURE FABRICATION DE LA SAUMURE

1. OUVRIR LE PANNEAU DE CONTRÔLE ET TOURNER LE BOUTON À LA POSITION (2) PRODUCTION.
2. POSITIONNER LA MANETTE DE VALVE (rouge) SITUÉE À DROITE DU PANNEAU AVEC LA FLÈCHE SUIVANT LA DIRECTION DU TUYAU QUI VA AU BASSIN (valve 2 A).
3. POSITIONNER LA MANETTE DE VALVE (rouge) SITUÉE À GAUCHE DU PANNEAU AVEC LA FLÈCHE VERS LE BAS SUIVANT LE TUYAU QUI VA AU RÉSERVOIR (valve 3 A).
4. VÉRIFIER QUE LA MANETTE DE VALVE (orange) DU RÉSERVOIR SOIT EN POSITION OUVERTE "oreilles dans le sens du tuyau" (valve 4, E ↔ F).
5. FAIRE DÉMARRER LA POMPE AVEC LE BOUTON (ON/OFF) AINSI QU'AVEC LE CONTRÔLE I O (I pour on et 0 pour off).
6. ON LAISSE LA PRODUCTION SE FAIRE JUSQU'À LA QUANTITÉ DÉSIRÉE.
7. FAIRE LES TESTS DE DENSITÉ EN COURS DE PRODUCTION. La densité dans le réservoir doit se situer entre 20 et 23%.

NOTE: S'il manque de sel dans le bassin en cours de production, la saumure produite n'obtiendra pas la densité requise ce qui peut occasionner le rejet de l'ensemble de la saumure à l'intérieur du réservoir.

Si on oublie d'arrêter la fabrication de saumure, un trop plein à l'intérieur du réservoir arrêtera automatiquement la production.

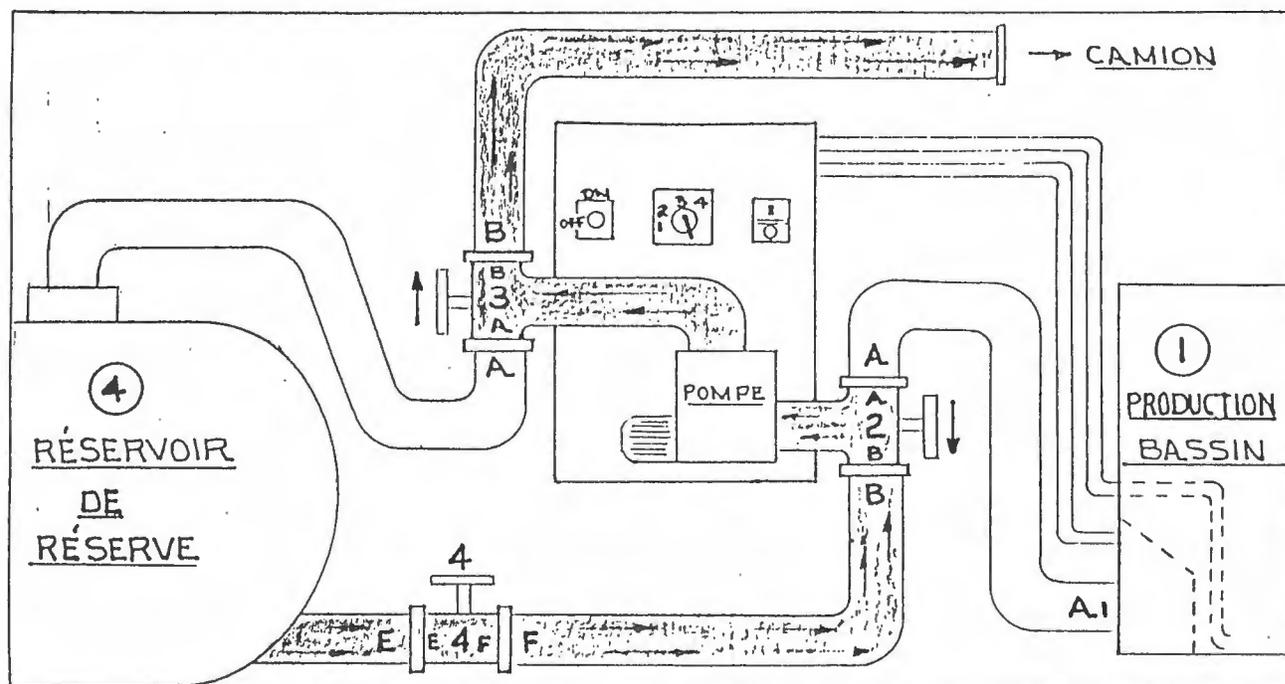
La manette de valve (orange) du réservoir doit toujours être à la position ouverte "les oreilles dans le sens du tuyau".



## CENTRALE À SAUMURE S 2000 NaCl

### PROCÉDURE REMPHIR L'EPANDEUR

1. OUVRIR LE PANNEAU DE CONTRÔLE ET METTRE LE BOUTON À LA POSITION (3) FILLING "remplir".
2. POSITIONNER LA MANETTE DE VALVE (rouge) SITUÉE À DROITE DU PANNEAU AVEC LA FLÈCHE SUIVANT LA DIRECTION DU TUYAU QUI VA AU RÉSERVOIR (valve 2 B).
3. RACCORDER LE TUYAU AU CAMION ET POSITIONNER LA MANETTE (orange) DU CAMION EN POSITION FILLING "remplir" (oreilles dans le sens du tuyau).
4. LA MANETTE (orange) DU RÉSERVOIR DOIT TOUJOURS ÊTRE EN POSITION OUVERTE "sauf pour une réparation au tuyau" (valve 4, E ↔ F).
5. POSITIONNER LA MANETTE (rouge) DE GAUCHE DU PANNEAU DE CONTRÔLE AVEC LA FLÈCHE SUIVANT LE TUYAU DE REMPLISSAGE DU CAMION (valve 3 B).
6. BRANCHER LE FIL GRIS AU CAMION. Ce fil sert à contrôler le trop plein. (OVER FLO).
7. ALIMENTER LE PANNEAU DE CONTRÔLE "ON-OFF".
8. UTILISER LE CONTRÔLE À DISTANCE ET FAIRE LE PLEIN DES RÉSERVOIRS.





**NOTE**

**DESTINATAIRES :** Contremaîtres  
Chefs d'équipes  
Chauffeurs  
Laboratoire

**EXPÉDITEUR :** Annie Santer  
Coordonnatrice Montréal

**DATE :** Montréal, le 28 janvier 1994

**OBJET :** Essais sur de nouveaux équipements d'hiver et de la  
technologie de l'épandage de sel humide.  
N/D.: 6.4.4 Sel humidifié

---

Afin de faciliter les opérations tout en s'assurant d'une exécution rigoureuse permettant des observations valables, voici la marche à suivre lors d'expérimentation.

**TRONÇON EXPÉRIMENTAL TURCOT :**

Sur l'Autoroute Décarie

Rue Sherbrooke à Isabella ..... SEL SEC  
Isabella (direction nord) ..... SEL+SAUMURE  
Retour jusqu'à Isabella (direction sud) ..... SEL+SAUMURE  
Isabella (direction sud) ..... SEL SEC

Observateur du laboratoire: ..... Snowdon  
..... Vézina

ANNIE SANTER  
Coordonnatrice Montréal

c.c: Roland Pronovost  
Jean Croisetière

## OPÉRATION NIDO AVEC SAUMURE

1. Selon les prévisions météorologiques, le **laboratoire** doit vérifier auprès des CE si le Nido n'a pas de problème empêchant sa sortie pour épandre du sel avec saumure.
2. Aussitôt que les **CE** sont sûrs qu'ils utilisent le Nido avec saumure, ils appellent le technicien de laboratoire dont le numéro de page est:  
  
Anjou: 1-553-2814  
Turcot: 1-553-2678
3. Le **laboratoire** prend possession d'une camionnette avec système de communication radio au centre Anjou.
4. Le **laboratoire** communique avec le chauffeur de Nido pour connaître sa position et l'heure à laquelle il pense passer sur le tronçon EXPÉRIEMENTAL.
5. Lors des communications radio, les intervenants s'identifieront:  
  
Nido Turcot    Laboratoire Turcot  
Nido Anjou    Laboratoire Anjou
6. En opération courante, le **chauffeur du Nido** communique par radio avec le laboratoire lorsqu'il arrive près du tronçon EXPÉRIEMENTAL pour permettre au technicien de se positionner à son poste d'observation.
7. C'est le **chauffeur** qui décide de la fréquence des passages de Nido ainsi que du taux de pose.
8. Le laboratoire doit avoir accès à l'ordinateur même en dehors des heures régulières de travail.



**SYSTÈME NIDO  
INFORMATIQUE**

**Matériel : (Hardware)**

- PC AT ou + (Selon le représentant de Hollande un PC-486 serait trop rapide pour le transfert entre le logiciel et la boîte de contrôle)
- Disque rigide 5 mo de mémoire
- Port série, pour RS-232 (Boîte de contrôle)
- Imprimante sur port parallèle (LPT1)

**Logiciel :**

- Répertoire de travail C:\DISS
- Programme exécutable diss.exe
- Config.sys :
  - FILES minimum 20
  - BUFFERS minimum 20

**Problèmes informatiques rencontrés :**

- Problème :** Memory full  
Ce message apparaît au début de l'exécution du programme quand la mémoire du PC est trop chargée.
- Solution :** Dans le fichier config.sys, faire une configuration spécifique pour le système Nico.  
Dans le fichier autoexec.bat, exécuter les commandes su système Nido seulement.
- Problème :** Perte de données.  
**Solution :** Il y a plus d'un facteur responsable de ces pertes de données.  
Pour éviter des pertes ultérieures on doit comprendre le fonctionnement du logiciel et de la boîte de contrôle. On doit suivre à la lettre les étapes des opérations soit :
1. Inscrire la mission.  
Cette étape place dans la mémoire de la boîte de contrôle, le début de la mission. Comme la mémoire de la boîte ne se vide pas, si on oublie d'inscrire la mission, le système traitera cette mission, avec la mission antérieure, donc il peut y avoir débordement et en plus les données antérieures seront corrompues. S'il y a

corruption de fichier, on doit absolument faire une initialisation (nouvelle saison), ne jamais travailler avec des fichiers corrompus.

Si on inscrit une nouvelle mission, sans que la mission précédente ait été traitée, il n'y aura aucun problème informatique, mais les données de la mission précédente ne pourront être traitées.

Exemple : On inscrit la mission 20, mais la NIDO n'effectue pas de sortie. Le lendemain on inscrit la mission 21 et la NIDO effectue une mission.

La mission 21 sera inscrite, et la 20 sera considérée manquante.

## 2. Transfert de données.

Transfert entre la boîte de contrôle et le PC. On vous demande si vous voulez une fusion, très important d'inscrire oui. La perte au transfert est due principalement à ce que l'utilisateur ne demande pas la fusion, dans ce cas on doit diviser selon les étapes de la mission, comme il y a plusieurs intervenants et de plus sur des horaires différents, il devient presque impossible d'identifier avec certitude les différentes étapes.

## 3. Débordement de mémoire (Boîte de contrôle).

Si la mémoire de la boîte de contrôle est remplie à 80% de sa capacité, un signal sonore et un signal visuel avise l'opérateur. Celui-ci doit faire vider sa boîte immédiatement, sinon les données de la mission risquent d'être perdues. Si on se reporte au premier point, l'inscription de la mission, lors d'un débordement cette identification est impossible à retracer, donc on ne peut faire le transfert des données sans risquer de corrompre les fichiers.

Si on croit qu'il y eut débordement, il est mieux de ne pas prendre de risque et de ne pas traiter cette mission. Recommencer à l'inscription d'une mission.

Suzanne Thériault  
Technicienne en informatique  
Service de l'assurance qualité

**DIRECTION GÉNÉRALE DE MONTRÉAL**

CENTRE TURCOT

VÉRIFICATIONS DES QUANTITÉS ÉPANDUES PAR NIDO N90

1. Peser le camion avec l'épandeur Nido à vide.
2. Remplir le Nido de sel et peser.
3. Remplir de saumure en indiquant très précisément le nombre de litres. Avoir un repère du niveau de la saumure dans les réservoirs du Nido. Peser.
4. Procéder à l'opération d'épandage.
5. Peser le camion au retour.
6. Remplir de saumure et indiquer la quantité utilisée.
7. Peser pour obtenir la masse de sel épandu.
8. Remplir de sel et peser pour vérifier si nous obtenons sensiblement la même masse qu'au premier chargement.
9. Faire sortir une copie du bavard et comparer les quantités.

FICHES TECHNIQUES DE L'ÉPANDÉUR NIDO N90

# SCHMIDT FRANCE NEIGE

Groupe de Produits

Technique d'épandage

## Saleuses série N90



### Saleuse silo automatique

- Systeme d'extraction par bande transporteuse ne demandant pas d'entretien
- Conçue pour tous types de produits d'épandage: Sel - sable - gravier ... avec bouillie de sel en option
- Entraînement à roue indépendant du véhicule - version R
- Entraînement par le circuit hydraulique du véhicule - version H
- Dosage asservi à la vitesse en version A
- Gestion des données de salage intégrée - en version A uniquement
- Position basse du centre de gravité

## Pupitre de commande

Les touches sont placées de façon logique et claire; elles sont caractérisées par des symboles très compréhensibles.

L'éclairage du clavier et l'affichage digital garantissent une commande sûre même dans l'obscurité.

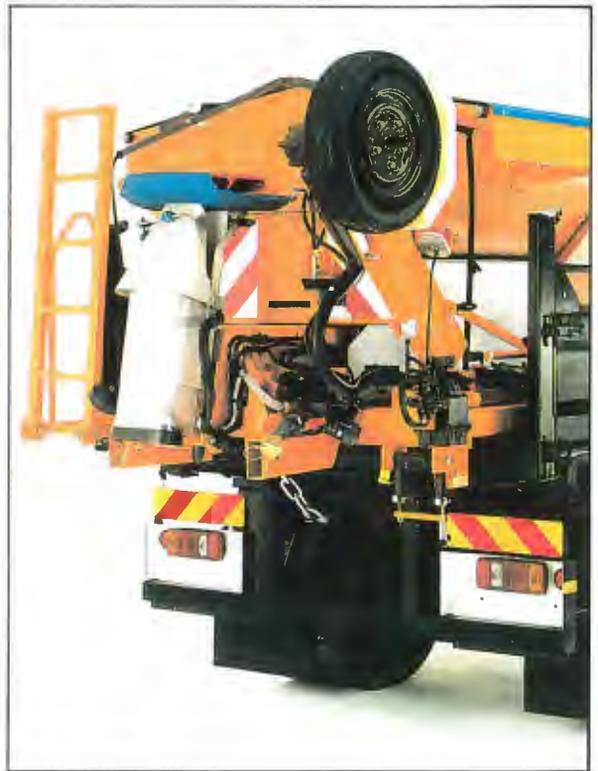
Un support de pupitre orientable (option) s'adapte ergonomiquement dans toutes les cabines.



## Système de dépose à rouleaux



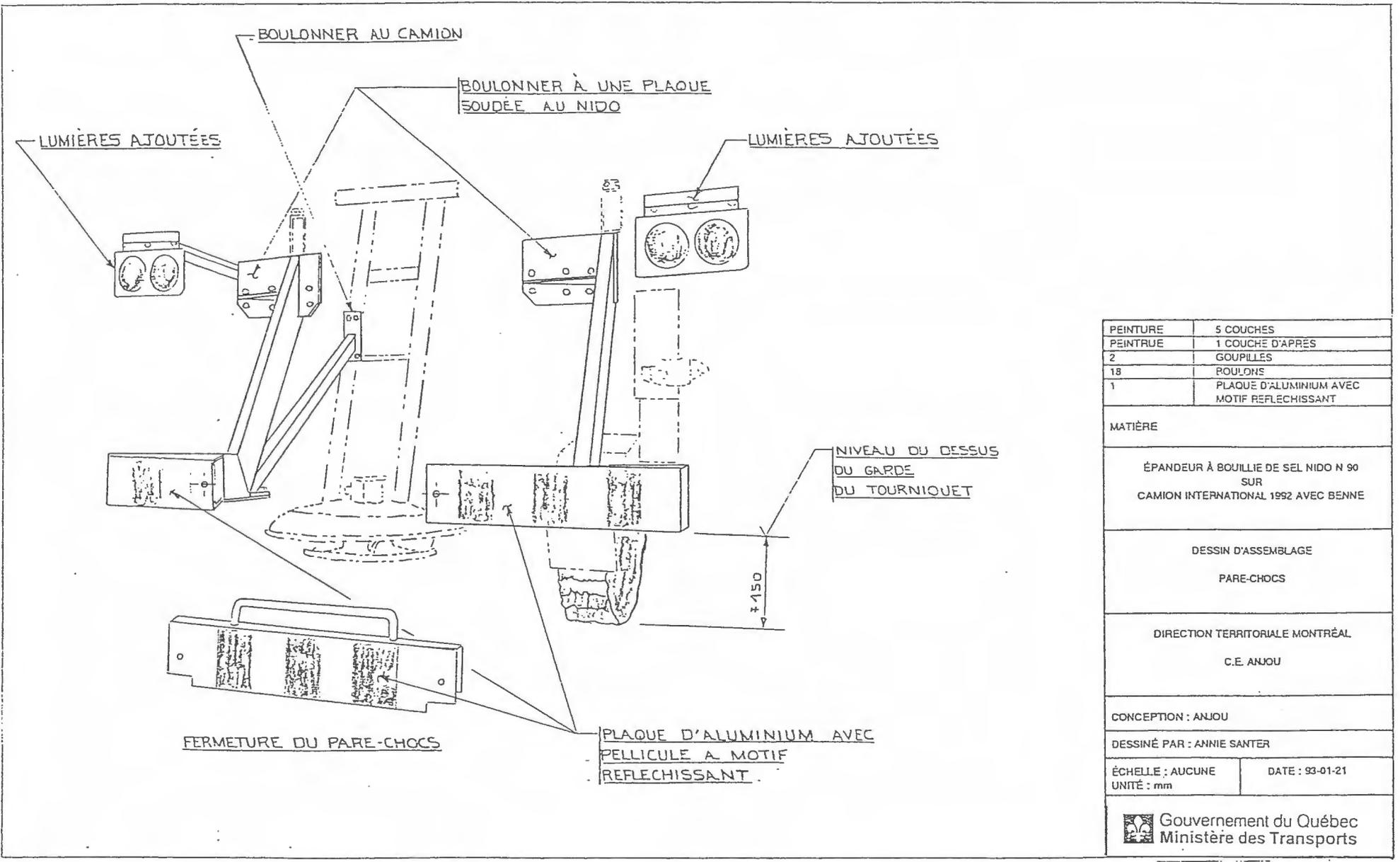
## Relevage de la roue



Le relevage de l'assiette d'épandage peut être facilité par un ressort à gaz (option).

La roue peut être basculée hydrauliquement (option).

PLAN D'ENSEMBLE DU PARE-CHOCS  
PHOTOS

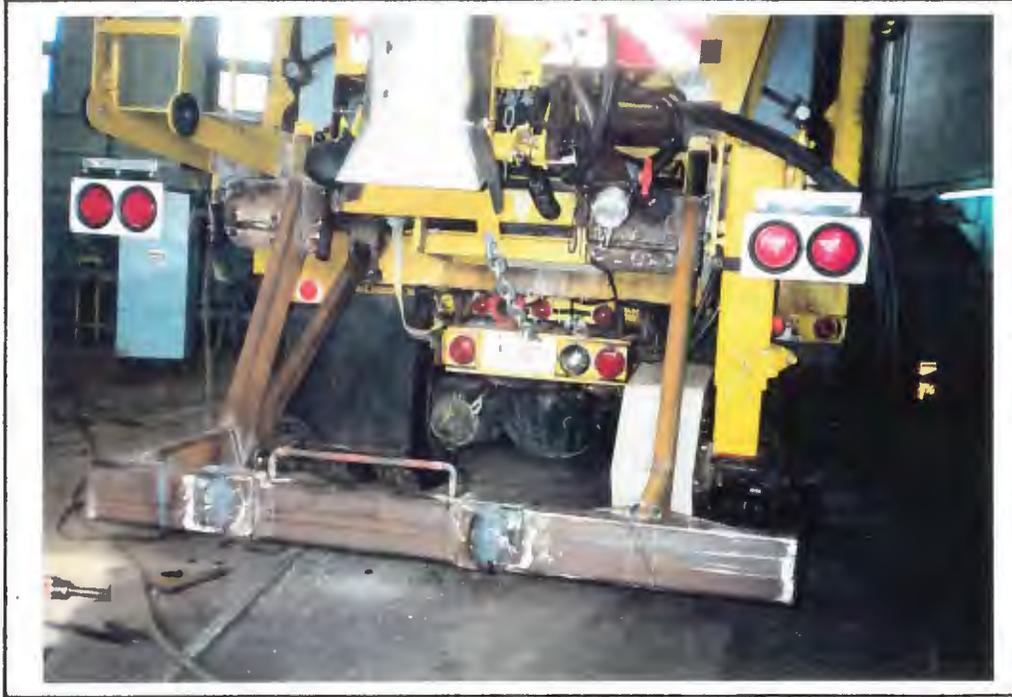


PEINTURE	5 COUCHES
PEINTURE	1 COUCHE D'APRÈS
2	GOUPILLES
18	BOULONS
1	PLAQUE D'ALUMINIUM AVEC MOTIF REFLECHISSANT
MATIÈRE	
ÉPANDEUR À BOULLIE DE SEL NIDO N 90 SUR CAMION INTERNATIONAL 1992 AVEC BENNE	
DESSIN D'ASSEMBLAGE PARE-CHOCS	
DIRECTION TERRITORIALE MONTRÉAL C.E. ANJOU	
CONCEPTION : ANJOU	
DESSINÉ PAR : ANNIE SANTER	
ÉCHELLE : AUCUNE UNITÉ : mm	DATE : 93-01-21
 Gouvernement du Québec Ministère des Transports	

PLAN DÉTAILLÉ AU CENTRE ANJOU

CENTRE ANJOU  
PARE-CHOCS

Épandeur NIDO S90 sur camion international 1992 avec benne



**SORTIES D'ÉPANDEURS**

- Relevé photographique

DIRECTION GÉNÉRALE DE MONTRÉAL  
TURCOT  
RELEVÉ DE SORTIES DES ÉPANDEURS

1 = # 873022  
2 = # 873042  
3 = # 873044  
4 = # 893019  
5 = # 893024  
6 = # 903052  
7 = # 913021  
Nido = # 933093

DATE	ÉPANDEUR	NIDO SEC	NIDO SAUMURÉ ?	TEMPÉRATURE MIN. MAX. °C	REMARQUES
21-12-93	1-3-4-5-6	✓	↓ ↓	26,0 cm neige 0,1 2,6	
22-12	1-2-3-4-5-6	✓		1,4 cm neige -14,1 0,6	
23-12	4-7	✓		-19,2 -13,4	
24-12	1-2-4-5-6-7	✓		0,8 cm neige -19 -4,6	
25-12	1-5-6-7	✓		0,4 cm neige -12 -3,8	
26-12	5-6-7	✓		Trace neige -28,0 -6,2	
27-12	1-5-6	✓		Trace neige -30,6 -23,9	
28-12	1-2-4-5-6-7	✓		Trace neige -27,5 -19,5	
29-12	1-2-3-4-5-6-7	✓		1,4 cm neige -25,9 -17,4	
30-12	1-2-3-4-5-6-7	✓		1,8 cm neige -18,5 -12,3	
31-12	1-2-3-4-5			1,2 cm neige -17,5 -3,4	
01-01-94	1-2-3-4-5-6-7	✓		3,8 cm neige -4,3 2,3	
02-01	2-3-4-5-7	✓		0,2 cm neige -18,1 1,7	
03-01	2			-22,6 -17,8	
04-01	1-2-3-4-5-6-7	✓		24,8 cm neige -18,0 -12,3	
05-01	1-2-3-4-6-7	✓		0,8 cm neige -23,6 -12,9	
06-01	1-2-3-5-7			-27,3 -20,1	
07-01	1-4-6-7			Trace neige -22,9 -15,5	

DIRECTION GÉNÉRALE DE MONTRÉAL  
TURCOT  
RELEVÉ DE SORTIES DES ÉPANDEURS

DATE	ÉPANDEUR	NIDO SEC	NIDO SAUMURE	TEMPÉRATURE		REMARQUES
				MIN.	MAX.	
				°C		
08-01-94	1-2-3-4- 5-6-7	✓		7,8 cm neige -18,2	-15,4	
09-01	1-2-4-5-6-7	✓		0,4 cm neige -20,6	-17,4	
10-01	1-2-4-5-6-7			-24,4	-16,3	
11-01	1-2-3-4 5-6-7	✓		2,2 cm neige -17,8	-10,0	
12-01	5-6-7	✓		-18,9	-11,6	
13-01	1-4-5-6-7	✓		0,4 cm neige -14,2	-6,1	
14-01	6-7 1-2-3-4-5-	✓		5,8 cm neige -17	-9,5	
15-01	1-2-4-5- 6-7	✓		trace neige -29,0	-16,8	
16-01	1-2-5-6-7	✓		trace neige -31,3	-21,1	
17-01	1-2-3-4- 6-7	✓		8,4 cm neige -21,3	-11,2	
18-01	2-4-6-7	✓		trace neige -26,2	-9,7	
19-01	1-2-4-5-6-7	✓		-29,5	-19,6	
20-01	1-2-4-5 6-7	✓		trace neige -21,7	-13,4	
21-01	1-3-4-5 6-7	✓		0,2 cm neige -19,0	-7,7	
22-01	1-3-4-5-6-7	✓		0,6 cm neige -21,6	-8,2	
23-01	1-4-5-6-7	✓		6,2 cm neige -21,7	-15,3	
24-01	1-2-4-5- 6-7	✓		2,4 cm neige -17,6	-8,1	
25-01	2-4-6-7			trace neige -24,5	-15,7	

NON RESPECT DE L'OUVERTURE DE TRAPPE

DIRECTION GÉNÉRALE DE MONTRÉAL  
TURCOT  
RELEVÉ DE SORTIES DES ÉPANDEURS

DATE	ÉPANDEUR	NIDO SÈC	NIDO SAUMURE	TEMPÉRATURE MIN. MAX, °C	REMARQUES
26-01	1-2-4-5-6-7	✓		-30,2 -22,1	
27-01	<del>1-2-4-5-6-7</del>	✓		3,4 cm neige -31,8 -8,0	
28-01	1-2-3-4 5-6-7	✓		1,4 cm neige -8,0 8,1	
29-01	1-4-5-6	✓		0,4 cm neige -15,9 2,2	
30-01	5-7			trace neige -21,9 -15,9	
31-01	2-6-7	✓		-25,9 -16,7	
01-02	1-4-6-7			-22,8 -11,3	
02-02	1-2-3-4 5-6			-18,5 -8,6	
03-02	1-2-4-5 6-7			1,6 cm neige -17,7 -7,0	
04-02	1-7			0,2 cm neige -12,5 -6,7	
05-02	1-4-7	✓		0,4 cm neige -12,1 -2,8	
07-02	1-2-4-6- 7	✓		trace neige -22,1 -11,2	
08-02	1-2-4-5-7	✓		trace neige -25,9 -20,0	
09-02	1-2-3-4 5-7	✓		4,2 cm neige -22,4 -17,8	
11-02	3-6	✓		-23,5 -14,1	
12-02	2-4			0,2 cm neige -23,6 -8,7	
13-02	1-2-3-4 5-6-7	✓		14,8 cm neige -9,9 -1,8	
14-02	1-2-3-4 5-6	✓		0,4 cm neige -17,9 -6,2	

NON RESPECT DE L'OUVERTURE DE TRAPPE

DIRECTION GÉNÉRALE DE MONTRÉAL  
TURCOT  
RELEVÉ DE SORTIES DES ÉPANDEURS

DATE	ÉPANDEUR	NIDO SEC	NIDO SAUMURE	TEMPÉRATURE MIN. MAX. °C	REMARQUES
16-02-94	1-2-3-4 5-6-7			1,4 cm neige -14,2 -5,6	
19-02	4-6-7			Trace neige -11,3 8,7	
22-02	2-3-6-7			Trace neige -12,4 -2,9	
23-02	1-2-4-5-6	✓		11 cm neige -14,6 -9,1	
24-02	1-2-3-4-6-7	✓		27,8 cm neige -11,6 -7,4	
25-02	2-3-4-5-6-7	✓		2,2 cm neige -19,5 -7,4	
26-02	1-3-6			-19,2 -13,1	
27-02	1-3-4-6	✓		Trace neige -18,7 -11,8	
28-02	3-4-7			-19,9 -9,4	
03-03	1-2-4-5-6	✓		10,2 cm neige -11,6 -4,4	
04-03	1-2-5-6-7	✓		2,8 cm neige -6,1 4,3	
09-03	1-2-4-5-6-7	✓		3,6 cm neige -11,6 -2,5	
10-03	1-2-3-4-5-6-7	✓		11,8 cm neige -10,2 -1,0	
11-03	1-2			-13,3 -0,1	
13-03	1-2-4-6	✓		4,8 cm neige -6,4 -2,4	
16-03	1-2-3-4-5-6-7	✓		2,4 cm neige -8,0 1,1	
20-03	4-7	✓		0,4 cm neige -7,4 1,4	
22-03	3-4-5-6-7	✓		0,4 cm neige -0,9 5,4	
23-03	2-4	✓		-0,8 8,7	
27-03	2-3-4-5-6-7	✓		-3,9 1,7	

TURCOT ESSAI DU 9 FÉVRIER 1994

SNOWDON  
SEL SEC

Temps = 0 → 9h45  
Température = - 17° C pas de neige

Nido ÉPAND 20 g/m<sup>2</sup>, 6 m large

VÉZINA  
SEL PRÉHUMIDIFIÉ

Temps = 0 → 9h31  
Température = - 17° C pas de neige

Nido ÉPAND 20 g/m<sup>2</sup>, 6 m large

Temps = + 35 min → 10h13  
Température = - 17° C pas de neige

Temps = + 30 min → 9h56  
Température = - 17° C

Temps = + 70 min → 10h57  
Température = - 15° C

Temps = + 50 min → 10h22  
Température = - 15° C

Temps = + 90 min → 11h17  
Température = - 15° C

Temps = + 95 min → 11h06  
Température = - 15° C



TURCOT ESSAI DU 9 FÉVRIER 1994

SNOWDON  
SEL SEC

Temps = + 115 min → 11h30  
Température = - 14° C

VÉZINA  
SEL PRÉHUMIDIFIÉ

Temps = + 115 min → 11h24  
Température = - 15° C

Temps = + 120 min → 11h48  
Température = - 14° C

Temps = + 120 min → 11h41  
Température = - 14° C

Temps =  
Température =

Temps =  
Température =

Temps =  
Température =

Temps =  
Température =



TURCOT ESSAI DU 10 MARS 1994

SNOWDON  
SEL SEC

Temps = 0 → 6h25  
Température = - 6° C  
Chasse neige et 1<sup>ère</sup> application 5h55

Nido à sec 40 kg/km, 8 m large  
2<sup>e</sup> application

VÉZINA  
SEL PRÉHUMIDIFIÉ

Temps = 0 → 6h37  
Température = - 6° C  
Pavage = - 4° C

Nido ÉPAND 40kg/km, 8 m large  
Chasse neige et 1<sup>ère</sup> application 6h00  
2<sup>e</sup> application

Temps = 30 min → 6h51  
Température = - 7° C

Temps = 30 min → 7h01  
Température = - 7° C

Temps = 60 min → 7h25  
Température = - 6° C

Temps = 60 min → 7h34  
Température = - 6° C

Temps = 90 min → 7h55  
Température = - 6° C

Temps = 90 min → 8h07  
Température = - 6° C

