
LA VIABILITÉ HIVERNALE EN FRANCE : INNOVATIONS ET APPROCHES SPÉCIFIQUES

4 octobre 2017 – Trois-Rivières - Québec

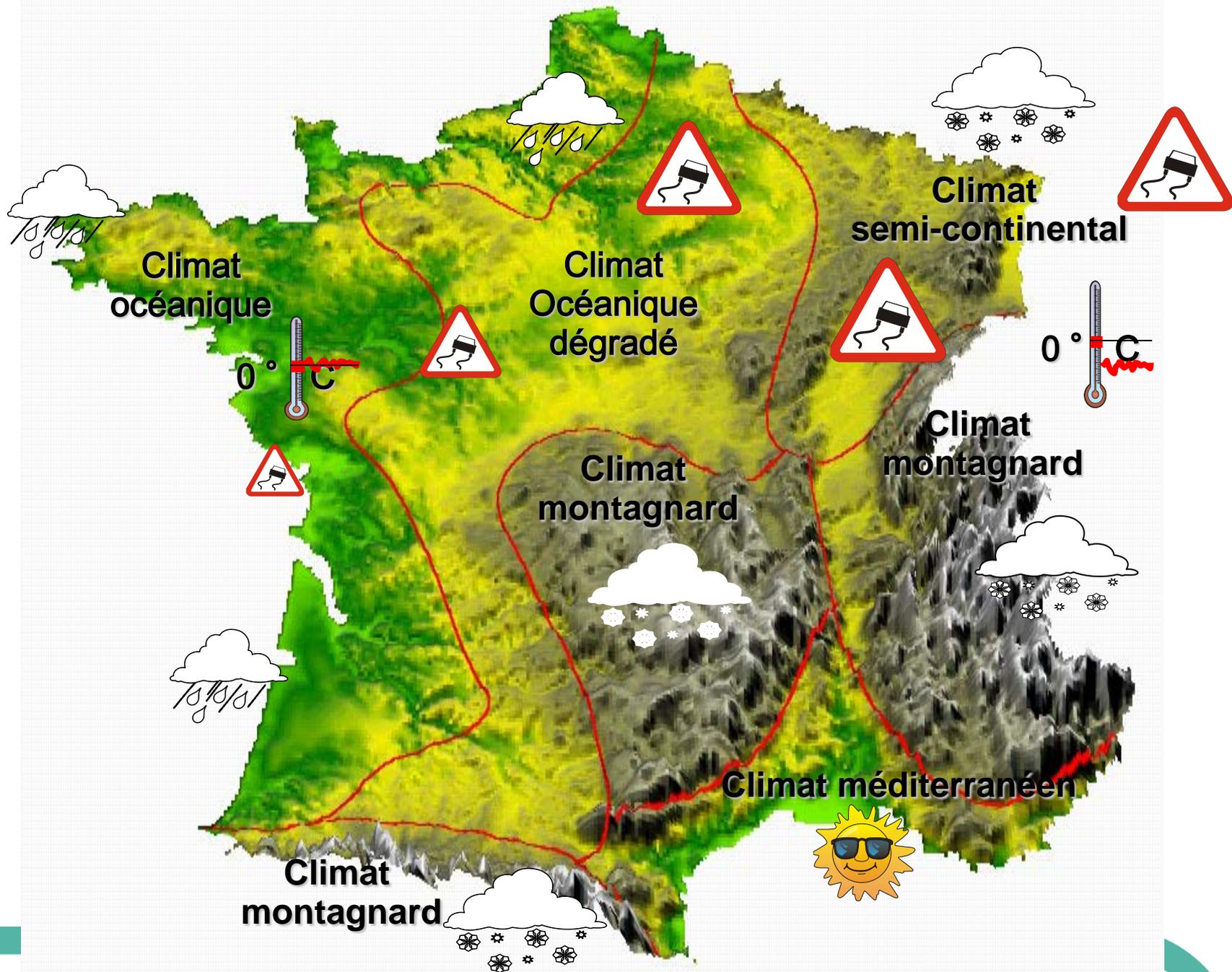
Stéphanie Gaudé
Viabilité Hivernale
Équipe Viabilité Hivernale
Cerema– LR Nancy
Stephanie.gaude@cerema.fr



Québec

Vladivostok

Climats



Problématique d'exploitation hivernale

Climats	Intensité du phénomène	Exemples	
Méditerranéen			
Océanique			
Océanique dégradé			
Semi-continental			
Montagnard			

Réseaux routiers

L'Etat : 2% du réseau routier (11 800 km)

Au travers de 11 DIR (Direction Interdépartementales des Routes)

Sociétés d'autoroutes concédées : 8400 km (routes à péages)



Départements: 380 000 km

Communes : 600 000 km



Conditions de circulation et niveaux de service

Les gestionnaires français ont mis en place un langage commun basé sur

- les conditions de circulations Ci

C1 normale



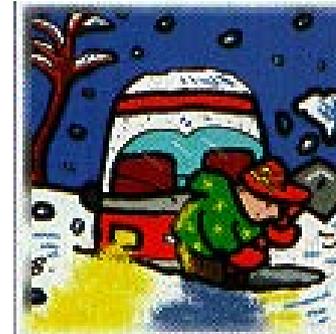
C2 délicate



C3 difficile



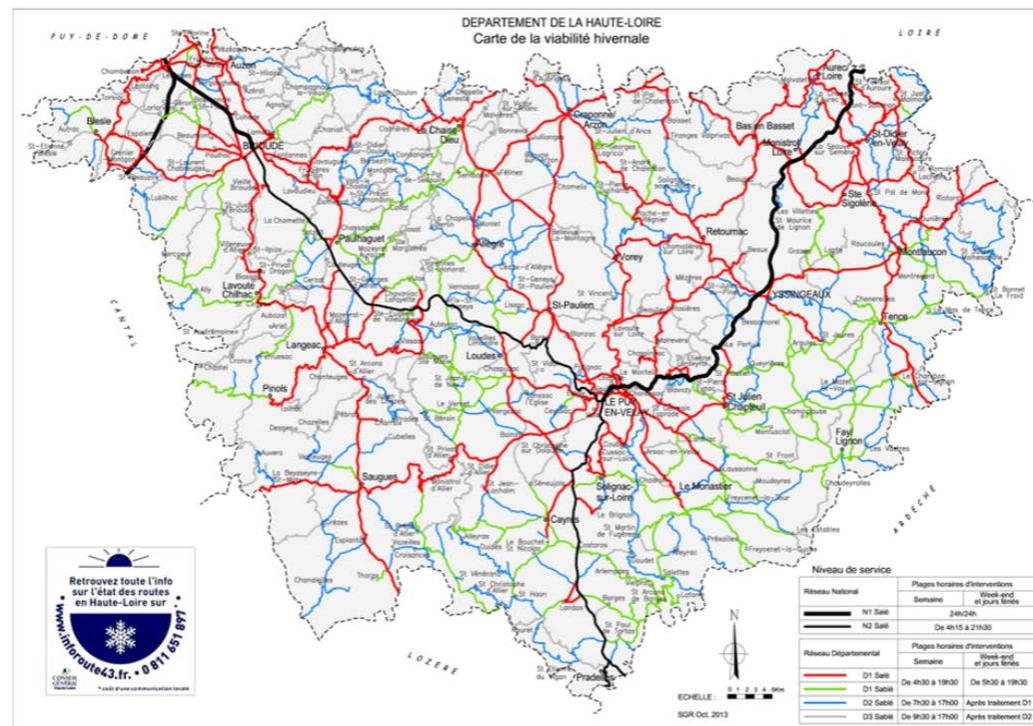
C4 impossible



- les niveaux de service Ni

A un niveau de service correspond des objectifs de qualité où le retour à une condition normale doit se faire dans une durée déterminée

Ces objectifs de qualité sont définis dans le DOVH (Document d'Organisation de la VH) et les PEVH (Plans d'exploitation de VH)



Stratégies pratiquées

Stratégies curatives: intervention après dégradation de la condition de circulation dans le but de la rétablir dans les délais de retour à la condition de référence.

Stratégie pré-curatives: empêcher ou retarder la dégradation de la condition de circulation par une intervention au plus près de l'apparition du phénomène météoroutier.

Produits utilisés

Sel en grains

Bouillie
(technique du sel humidifié)
à taux variables

Saumure pure

**Autres (CaCl₂,
abrasifs...)**

Matériels utilisés

Matériel varié
Recherche de plus en plus la polyvalence



Les dernières avancées ont pour objectifs :

- de réduire l'impact environnemental (et mieux le cerner)
- de maîtriser les coûts (fixes et variables)



➤ Leviers sur l'évolution des pratiques dans les sites de stockage

- Connaissance de l'impact des stockages sur l'environnement et impacts des pratiques mises en place

Contact: ludovic.burghgraeve@cerema.fr

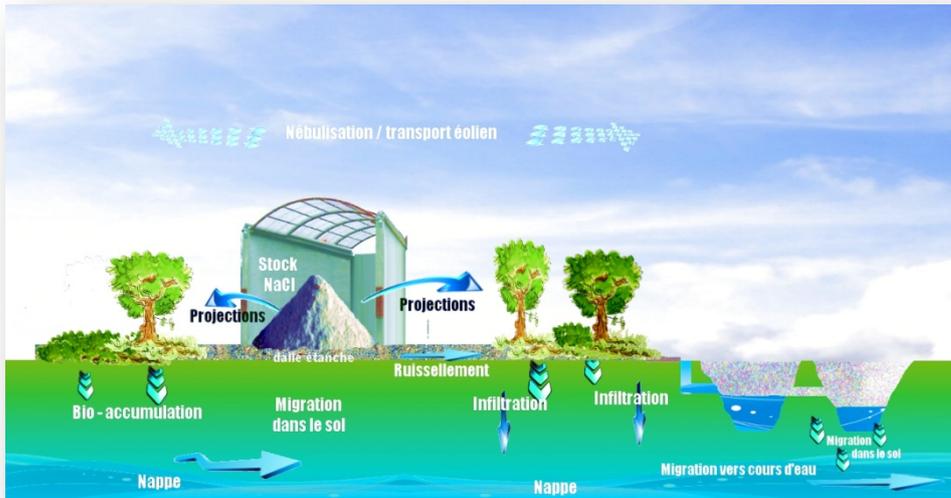
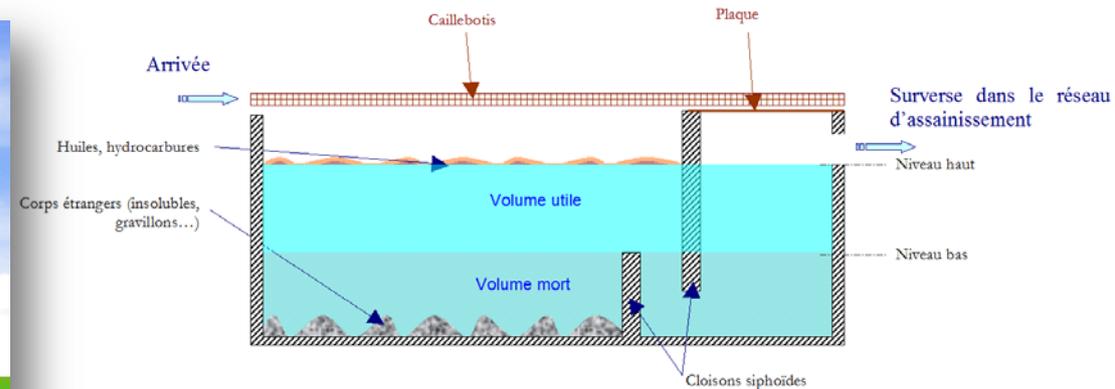


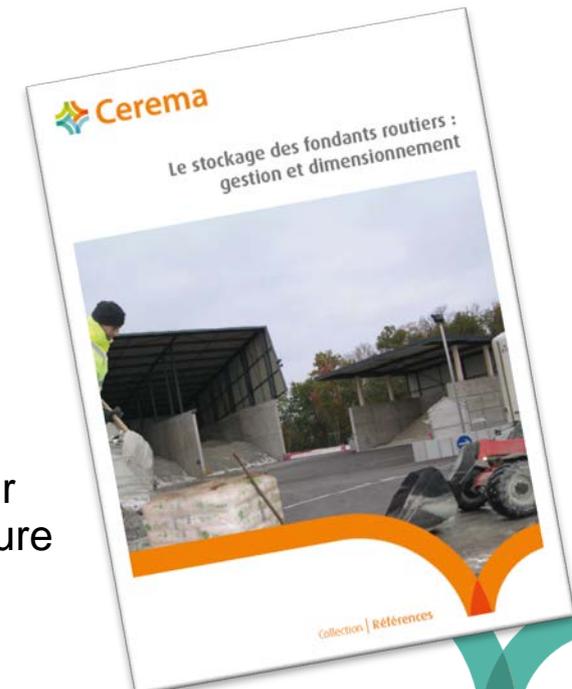
Schéma conceptuel d'un centre de stockage et des vecteurs de contamination



- Elaboration de « bonnes pratiques »

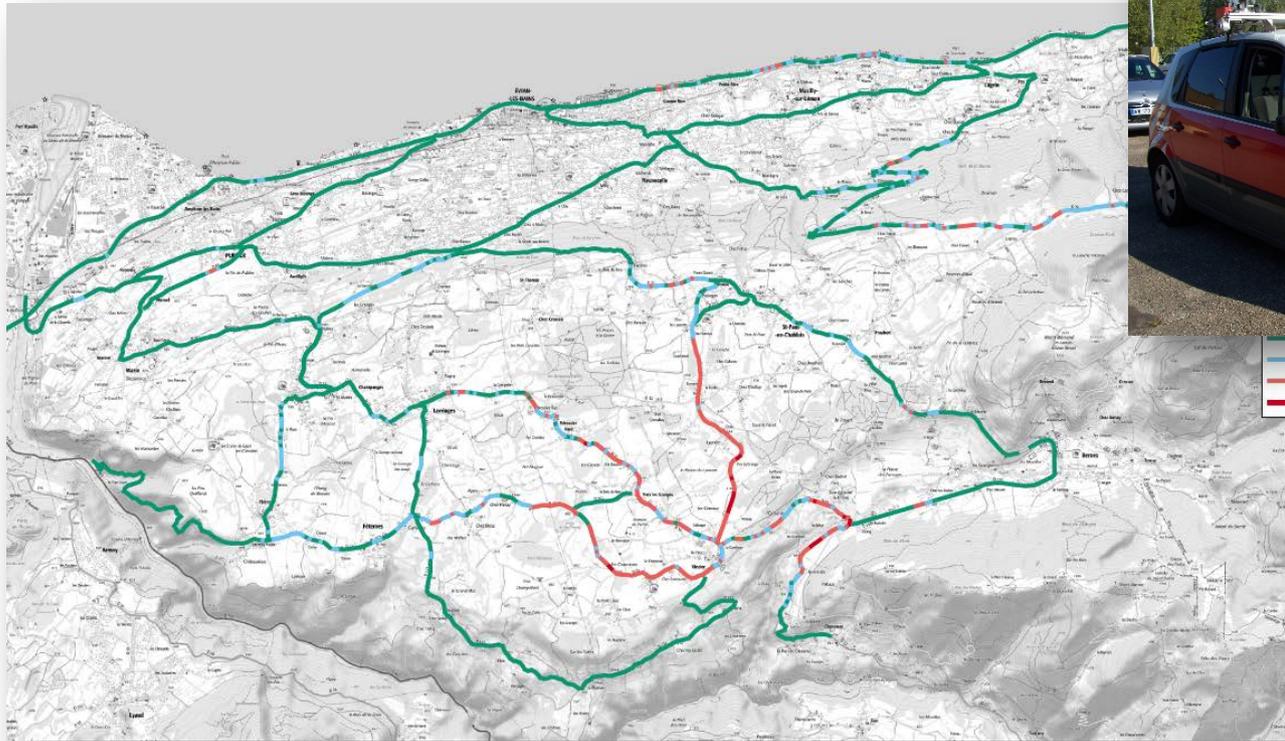
Exemple :

- Mise sous abri systématique des stocks
- Plate-forme étanche et collecte des eaux de ruissellement pour travailler sur leur recyclage dans l'unité de production de saumure
- Etc...



➤ Leviers sur la prise de décision

- Connaissance fine du réseau et des points sensibles (Thermoroute)
- Instrumentation des réseaux (SAD) et des véhicules avec de plus en plus de données (hauteur d'eau, états de surface, capteurs temps présents....)



Exemple de cartographie du risque thermohydrigue – Réseau maillé en zone montagneuse

➤ Leviers sur les consignes de traitement

➤ Passage de plus en plus à la bouillie de sel, voire à la saumure (23% NaCl)

Exemple de consignes (DIR MC)

Sel sec	Sel sec
Bouillie	Sel sec + 4 à 6% de saumure
Saumure + sel	Saumure + 5 à 10 g de sel
Saumure	Saumure pure



Traitement pré-curatif de la neige

Les phénomènes et leurs traitements curatifs
NEIGE

Préambule
Attention à la transformation de la neige en chute suivant la température et l'humidité de la chaussée.

ETAT DU SOL	TYPE DE NEIGE		
	SECHE (fine et froide)	HUMIDE (boule)	MOUILLEE (gadroue)
SOL SEC ET GELE	PAS DE SALAGE	BOUILLIE 10 à 15 g/m² Attention au risque de recongélation	Si Ta diminue for BOUILLIE 10 à 15 g/m²
SOL HUMIDE	BOUILLIE 10 à 15 g/m²	Pas d'intervention	Si Ta diminue for BOUILLIE 10 à 15 g/m²
SOL MOUILLE		Pas d'intervention	Si Ta diminue for SEL SEC 15 g/m²

Traitement curatif des verglas

Les phénomènes et leurs traitements curatifs			
GELEE BLANCHE	Peu glissant	Saumure+sel	20 à 30 g/m² + 5g
		Saumure	30 à 50 g/m²
		Bouillie	10g/m²
BROUILLARD GIVRANT	Ne dépose que très rarement.	Saumure+sel	20 à 30 g/m² + 5g
		Saumure	30 à 50 g/m²
		Bouillie	10g/m²
CONGELATION D'HUMIDITE PREEXISTANTE		Saumure+sel	20 à 30 g/m² + 5g
		Saumure	30 à 50 g/m²
		Bouillie	15g/m²
PLUIE SUR SOL GELE		Saumure+sel	30 à 50 g/m² +10g
		Sel sec	30g/m²
		Bouillie	25g/m²
PLUIE EN SURFUSION		Saumure+sel	30 à 50 g/m² +10g
		Saumure	+ 50 g/m²
		Bouillie	30g/m²

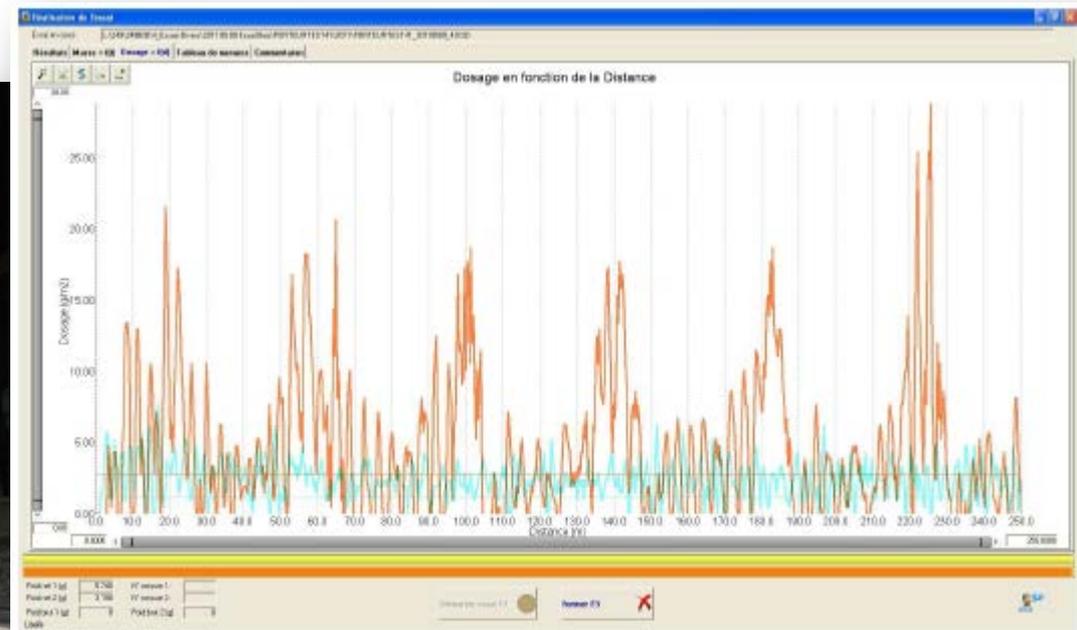
➤ Leviers sur l'optimisation des quantités épandues

- Asservissements de l'épandage à la température de surface
- Réglage fins des matériels (EN 15 597-1)
- Etc.



ODEMIE : Optimisation du Dosage des Epanduses par Matériel Informatisé pour le respect de l'Environnement - Cerema

Contact : CECP.DERDI.CETE-NC@cerema.fr



Représentation graphique de la distribution longitudinale en sel sec et en saumure (distance 250 m)

➤ Leviers sur la diversité des sels de voirie

- Normalisation européenne de l'ensemble des sels de voirie
EN 16 811-1, EN 16 811-2 et TS EN 16 811-3
- Recherche de valorisation des sels industriels à des fins de productions de saumure (sel issu de l'industrie des métaux spéciaux)
 - ▶ Economie importante sur l'achat du sel (coût divisé par 5 – saumure)
 - ▶ Réduction du CO₂ (réduction des quantités transportées :
 - Sel à saumure de Marseille vers Grenoble
 - Sel résiduaire de Grenoble vers Marseille
 - ▶ Valorisation
 - ▶ Partenariat local



Contact: michel.vistorcky@aprr.fr

Processus primé par la ministre de l'Environnement en 2013



Transport sels de voirie



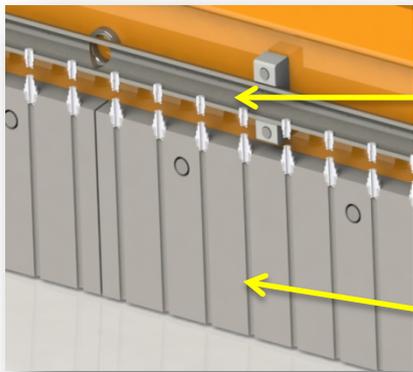
Transport sels résiduaire



➤ Lames avec système d'épandage de fondants liquides intégré (ARVEL - breveté) Expérimenté depuis un hiver



Objectif : Fusion immédiate de la pellicule de neige résiduelle sans dispersion de saumure



Collecteur de distribution

Injection saumure dans le couteau



- ▶ Dosage au plus juste au m² à faible et haute vitesse
- ▶ Pas de turbulence à l'épandage possible
- ▶ Neige non compactée par les roues du véhicule

➤ Expérimentations

➤ Optimisation des circuits (ex: remorque de déneigement et de salage - APRR)



Contact: philippe.giguet@aprr.fr

Objectifs

- ▶ Limiter le nombre de véhicule engagés avec ↗ autonomie, polyvalence des traitements et amélioration des performances de déneigement.
- ▶ + maîtriser le comportement de certains usagers (éviter les doubléments)

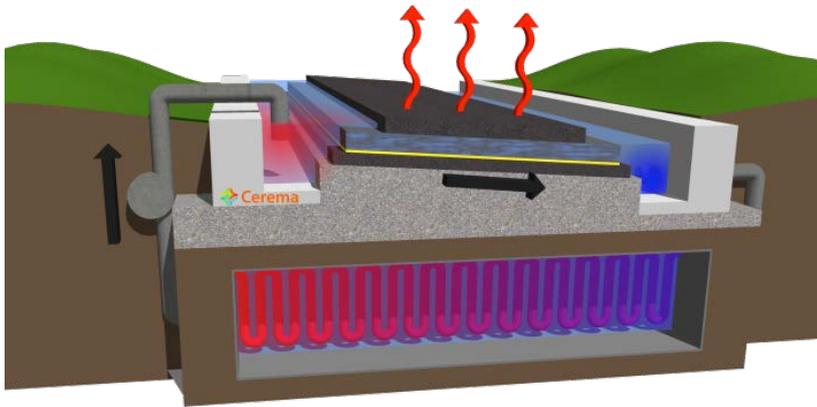


- ▶ Remorque équipée d'une lame de déneigement $\geq 7\text{m}$
- ▶ Possibilité d'équiper la remorque d'une saleuse/saumureuse
- ▶ Augmentation de la capacité en fondants (18m^3)
⇒ Baisse du nombre de véhicules engagés
- ▶ Diminution de la complexité de coordination

➤ **Chaussées chauffantes et récupération d'énergie**

Contact : frederic.bernardin@cerema.fr

- ▶ Viabilité hivernale, par le maintien de températures positives en surface de chaussée
- ▶ Utiliser le « bilan positif » des cycles de température annuels, vérifiés pour la plupart des climats
- ▶ Fonctionnement énergétique autonome des chaussées en certains points singuliers



Episode du 18 février 2016



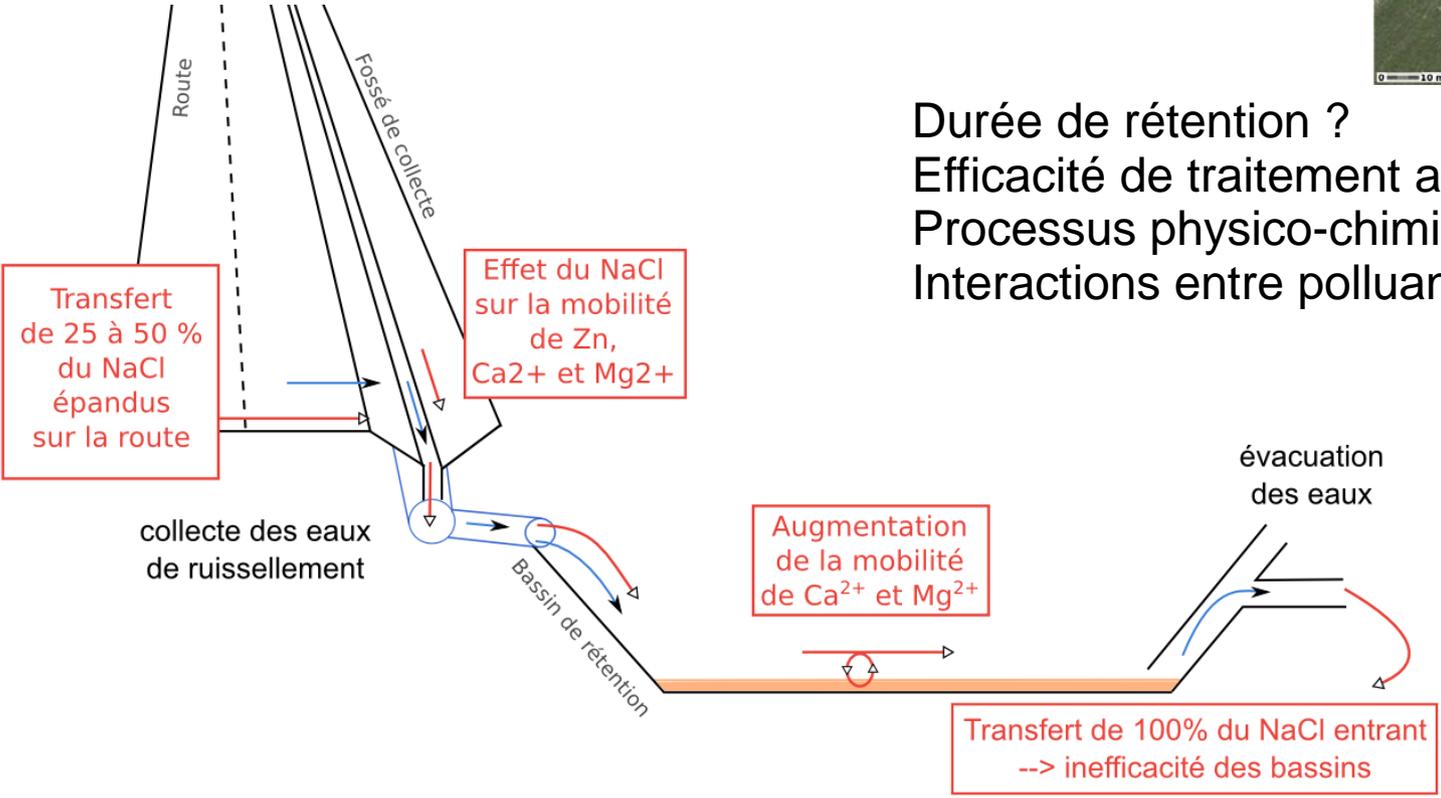
- ▶ Circulation gravitaire en circuit fermé d'un fluide caloporteur dans la couche de liaison poreuse de la chaussée
- ▶ Etanchéité sous la couche de liaison

➤ Recherches

➤ Transferts des polluants des eaux de ruissellement routières par les bassins de rétention

Contact : ivana.durickovic@cerema.fr

Constat d'inefficacité des systèmes de traitement classiques pour les fondants (*Suaire, 2015*)



Durée de rétention ?
Efficacité de traitement au niveau du bassin ?
Processus physico-chimiques en jeu ?
Interactions entre polluants (fondants/ETM) ?

➤ Recherches

➤ **Traitement des polluants des eaux de ruissellement routières par les bassins de rétention Dépollution par phytoremédiation**

Contact : ivana.durickovic@cerema.fr

Capacité des végétaux à absorber les fondants et métaux lourds ?

- Essais de germination, croissance
- Évaluation bioaccumulation

Sélection de plantes halophyles

- Tolérance au NaCl et aux ETM ;
- Accumulation potentielle identifiée



Armeria maritima



Atriplex hortensis



Atriplex halimus

Travaux de recherche en France et au Canada pour le développement des techniques de traitement végétalisées (*Guesdon et al., 2016 ; Suaire et al., 2016*)

Les résultats démontrent l'efficacité de certaines espèces, mais demandent des développements à plus grande échelle pour viabiliser la méthode

Documents techniques



Le stockage des fondants routiers :
gestion et dimensionnement



Sétra Service d'Études techniques des routes et autoroutes

Viabilité hivernale

Éléments de réflexion sur les stratégies de choix des outils de raclage et d'épandage

Sétra Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

Fevrier 2009

Guide méthodologique

Viabilité hivernale

Approche globale

Sétra Service d'Études techniques des routes et autoroutes

Fevrier 2006

Guide technique

Anticipation des risques routiers hivernaux

Éléments de réflexion

Sétra Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

Septembre 2010

Viabilité hivernale

Aides-mémoire - Fiches pratiques

Présentation de la collection

Le corps technique et mes de la viabilité hivernale destination des gestionnaires. La déclinaison opérationnelle exprimée par les gestionnaires recommandations par les Sétra décliné sous forme d'une synthèse thématique technique : la collection logique.

L'objectif de cette collection de documents regroupant technique relative à la compréhension et l'application. Le contenu de ces fiches substituer à la documentation formelle accessible et exploitable.

Fiches disponibles :

- 1 Atteints de la voie
- 2 Typologie verglas
- 3 Typologie verglas
- 4 Comportement d
- 5 La bouillie de sel
- 6 Matériel portable
- 7 Stations météo
- 8 La main courante

Sétra Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

Septembre 2010

Viabilité hivernale

Aides-mémoire - Fiche pratique 3

Typologie des phénomènes hivernaux : le verglas

Définition

Eau sur la chaussée
+
Température de l'air ou de surface de la chaussée négative
= Verglas routier

Les différents types de verglas

Selon l'origine de l'eau présente sur la chaussée, on distingue les verglas routiers précipité et non précipité.

a) Verglas sans précipitation

La congélation d'humidité préexistante

L'eau résiduelle sur la chaussée (précipitation antérieure, reliquat de fonte de la neige...) gèle suite à un abaissement de la température de l'air ou de la chaussée.

Situation météorologique type : éclaircie nocturne et vent

Épaisseur : inférieur à 1/20 mm sur la chaussée

Sites propices de formation : traversées de forêts, arbres en rives, zones d'ombre, chaussée déformée, trafic faible...

Abaissement de la température de surface ou de l'air



Merci de votre attention

Contact: stephanie.gaude@cerema.fr

