



# Fondants routiers

Des plans de gestion ..... à une approche globale!

Vision internationale et globale de la  
problématique des fondants

## Une relation au sel plus que millénaire

Dès à présent je vous libère et je décharge tous les juifs  
des contributions, des **droits sur le sel** et des couronnes  
*Livre des Maccabées*

Il alla où jaillissaient les eaux, il y jeta du **sel** et dit "Ainsi  
parle Yahvé: **j'assainis ces eaux**, il ne viendra plus de là,  
ni la mort ni avortement"

*Deuxième Livre des Rois*

C'est **une bonne chose que le sel**; mais si le sel devient  
insipide, avec quoi l'assaisonneriez vous ? **Ayez du sel en  
vous-mêmes** et vivez en paix les uns avec les autres

*Marc*

- **Les fondants routiers, éléments d'un système**
  - Pourquoi recourir aux fondants routiers ?
  - Les divers sous-systèmes en présence
- **Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système**
  - Techniques
  - Éducatives
  - Réglementaires et normatives

- **Les tendances actuelles**

- Les nouvelles technologies d'épandage des fondants routiers
- Les technologies substitutives

- **Les incertitudes qui demeurent**

- L'évolution du climat et ses conséquences vraisemblables sur l'exploitation de la route en hiver
- Les impacts sur l'environnement et les ressources en eau

## Les fondants routiers, élément d'un système

### Les fondants routiers

- le système "sociétal"
- le système "cycle de vie"
- le système "règle d'usage"

*Le système est un ensemble d'éléments en interaction. Il peut être décomposé en sous-systèmes. Il répond aux perturbations qu'il reçoit de son environnement actif en modifiant sa structure ou les interrelations entre les éléments.*

## Les fondants routiers, élément d'un système sociétal





- Le système de transport

- La route, moteur du développement de nos sociétés, exigences de mobilité



- » Depuis des temps immémoriaux (route de la soie, route des épices, route du sel, ...)
- » Permet des échanges de produits, d'informations, d'idées et le brassage des cultures ...
- » Elle devient un maillon de la production industrielle (stratégie du juste à temps)
- » Elle devient, dans l'inconscient collectif, synonyme de liberté



La conséquence: la société et ses individus ne tolèrent plus qu'un événement météorologique puisse entraver la libre circulation des biens et des personnes.

## Les fondants routiers, élément d'un système sociétal

L'**usager** exprime ses attentes

Le **maître d'ouvrage** définit la politique qu'il souhaite mener en matière de service

Le **maître d'œuvre** applique la politique souhaitée par le maître d'ouvrage et organise l'activité opérationnelle

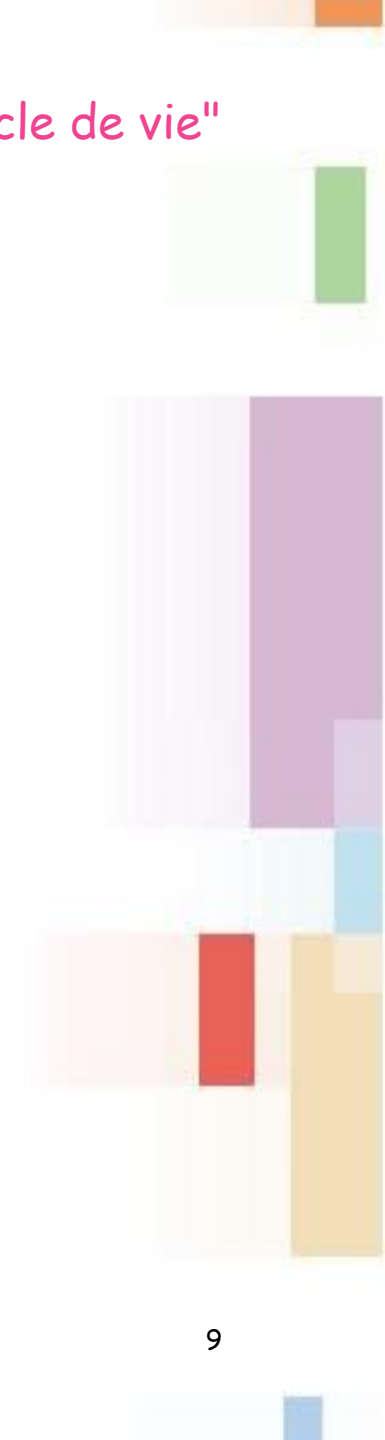
Les **intervenants** mettent en œuvre les moyens, et les fondants routiers en particulier, dans les règles de l'art



Niveau de service



## Les fondants routiers, le système "cycle de vie"



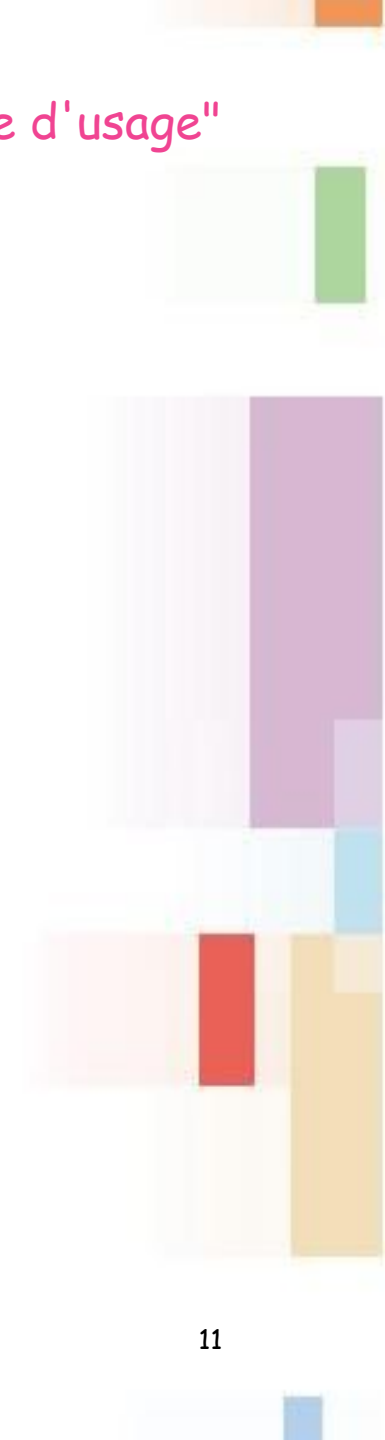
## • Le cycle de vie des fondants routiers

- Élaboration du produit
  - » Extraction (mine ou mer)
  - » Élaboration chimique
  - » Valorisation sous-produits ou coproduits
- Stockage producteur
- Transport
  - » Route, fer, voie navigable
- Stockage utilisateur
- Reprise et transport par la route
- Épandage sur la chaussée



Agit et diffuse dans  
l'environnement par  
voie aqueuse

## Les fondants routiers, le système "règle d'usage"



## Les fondants routiers, le système "règle d'usage"

Le maître d'œuvre assure la veille météorologique et routière et évalue le risque d'une variation d'adhérence

En fonction de la nature de l'événement météorologique et routier attendu ou observé, il décide des modalités d'intervention préventives ou curatives

Lorsqu'il décide d'un traitement à l'aide d'un **de fondants routiers**, il définit le dosage le plus adapté pour combattre le phénomène

Un objectif: mettre la juste quantité **de fondants routiers** pour garantir la traficabilité et la sécurité routière.



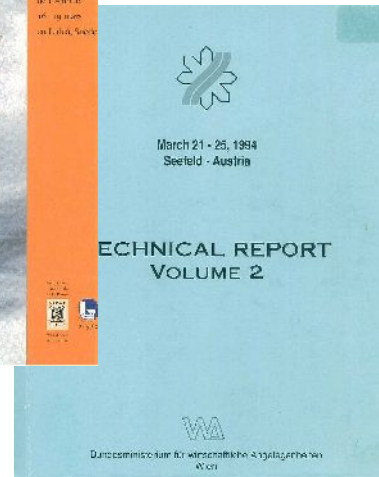
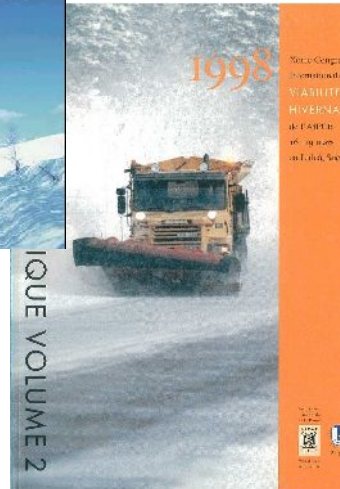
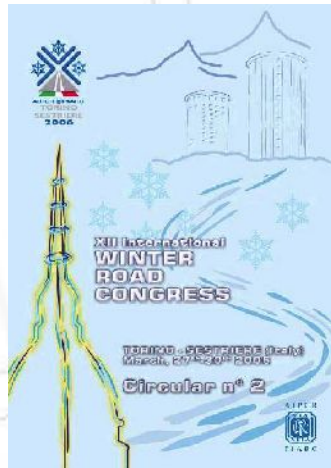
## Les fondants routiers, élément d'un système

### • Les idées essentielles

- L'analyse systémique permet de bien identifier les variables sur lesquelles agir.
- La complexité du système "exploitation hivernale des chaussées" ne permet pas d'évaluer précisément les évolutions à plus forts "gains".
  - » Le processus de décision de salage
  - » La formation des personnels
  - » Les matériels d'épandage
  - » Les techniques d'épandage
  - » Les produits épandus
- Cela implique donc de faire évoluer simultanément toutes les variables du système en interrelation.
- Une tendance lourde pour des investissements "informatiques", négligeant parfois les recherches et développements sur les produits fondants, les épanduses et les lames de déneigement.



## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système



La connaissance des diverses approches internationales se fonde sur les publications répertoriées (colloques, congrès, bases de données, )

De nombreuses expériences locales ne sont pas répertoriées. Elles échappent ainsi à l'enrichissement de la connaissance de tous.



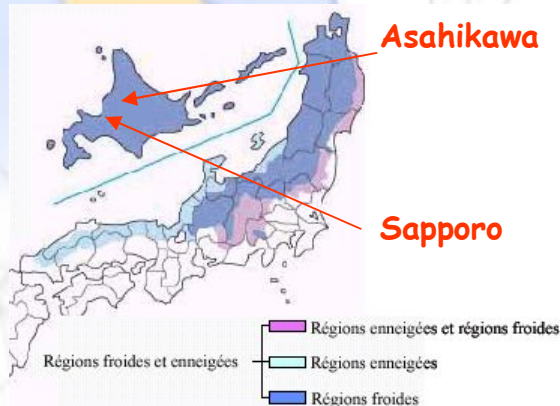
- La définition et la mise en place de nouveaux cadres réglementaires

Sources:

- Japon: "Accidents et dérapages hivernaux sur routes enneigées et verglacées sous la réglementation des pneus cloutés" Takagi et Tsutae
- Allemagne: "Nouvelles expériences avec l'emploi des abrasifs" Hanke
- Nouvelle Zélande: "Optimisation de l'application et de l'emploi du CMA dans le climat néo-zélandais" Clarke, Dravitzki et Cenek
- Canada: "La loi canadienne sur la protection de l'environnement - les fondants routiers et la liste des substances d'intérêt prioritaire"

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- La définition et la mise en place de nouveaux cadres réglementaires
  - Au Japon sur l'île d'Hokaido
    - L'usage du sel de voirie est interdit à l'origine
    - En 1970 les pneus cloutés se généralisent en moins de 5 ans
    - En 1975 les études sanitaires conduisent en 1990 à la "loi de prévention de la poussière causée par les pneus cloutés"
    - A partir de 1991 l'usage des pneus cloutés est progressivement interdit
    - Augmentation rapide du nombre d'accidents en ville
    - Pour faire face, recours aux fondants routiers



- Asahikawa: utilisation quasi généralisée de fondants routiers sur tous les types de voies

- Sapporo: utilisation importante des sel de voirie, mais limitée aux carrefours, pentes et rues principales

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- La définition et la mise en place de nouveaux cadres réglementaires
  - Les villes allemandes
    - » Dans les années 70/80, sous la pression politique des "verts", le sel de voirie est banni du milieu urbain au profit des abrasifs.
    - » Dans les années 90/95 de nombreuses études internationales montrent l'efficacité limitée des abrasifs et les risques de santé liés à leur usage.
    - » Une **nouvelle jurisprudence** récente élargit **la responsabilité des villes et des communes** en matière de **qualité adhérente offerte aux usagers**.
    - » Une **nouvelle législation interdit les dépôts d'abrasifs ramassés** sans qu'ils n'aient été recyclés.
    - » Ces contraintes réglementaires mènent à la disparition des abrasifs.

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- La définition et la mise en place de nouveaux cadres réglementaires
  - La Nouvelle Zélande
    - » Recours au NaCl avant 1970
    - » Rejet dans les années 1980 pour faits de corrosion des véhicules
    - » "L'opinion publique a orchestré la décision de Transit New Zealand de refuser le NaCl"
    - » TNZ a testé le CMA et a montré que le produit n'avait pas la même performance que le NaCl et qu'il était à l'origine de phénomènes de glissance
    - » L'opinion NZ refusant le retour au NaCl, le CMA est utilisé en informant l'usager des zones traitées

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- **Les idées essentielles**

- Toute décision réglementaire en matière de viabilité hivernale entraîne une cascade de conséquences où les fondants routiers sont directement impliqués.
- La sensibilité croissante des populations aux démarches dites de "développement durable" oblige les services assurant la viabilité hivernale à de plus en plus de rigueur dans l'usage des fondants routiers ..... pouvant aller jusqu'à devoir se justifier.

- **Le cas du Japon**

- Un foisonnement d'idées innovantes .....

Les diverses approches internationales,  
pour comprendre et agir sur le système

- Les démarches normatives



# Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- La normalisation, pourquoi ?

- C'est un outil pour faciliter le dialogue
- Cela permet de mettre en présence: les utilisateurs, les prescripteurs et les fabricants de produits, ... et les pays
- Lorsque le produit entre dans un système, cela permet de réunir les divers acteurs du système afin qu'ils confrontent leurs points de vue
  - » Opérateur - Commande de l'épandeuse
  - » L'épandeuse - Le sel de voirie
  - » Le sel de voirie - La route
  - » Le gestionnaire de la voie - Le dispositif d'épandage

Un grand débat entre la normalisation qui définit les spécifications d'un produit, et la normalisation qui définit uniquement les performances attendues compte tenu de son usage.

## • La normalisation des fondants routiers

### Sources:

- Allemagne: "Exigences auxquelles doivent répondre les fondants et abrasifs routiers utilisés pour la mise en œuvre du service hivernal" Breinstein et Moritz
- France: "La démarche française pour définir, choisir et maîtriser la qualité des sels routiers" Livet
- Etc.

- La normalisation des fondants routiers
  - L'Allemagne (TL-Streu "Conditions techniques de livraison pour les fondants et abrasifs routiers du service hivernal" - 1985 révisé 2002)
    - » Règlement de type "spécifications" pour les fondants routiers (NaCl - CaCl<sub>2</sub> - MgCl<sub>2</sub>) et les abrasifs
    - » Une définition relativement stricte (antimottants, composition chimique, granularité, angularité)
    - » Des teneurs en métaux lourds encadrées
    - » Les conditions techniques d'approvisionnement

- La normalisation des fondants routiers
  - La France (Normes)
    - Norme "Produits, solides ou liquides, pour le service hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques - Critères de performance" 2005
      - » L'obligation de la production de la fiche de sécurité ISO
      - » Seuil : biodégradabilité, métaux lourds, adhérence induite, pH, point d'éclair, etc.
      - » Classes : pouvoir fondant, insolubles et sulfates solubles, corrosivité
      - » Conditionnement et marquage

Les diverses approches internationales,  
pour comprendre et agir sur le système

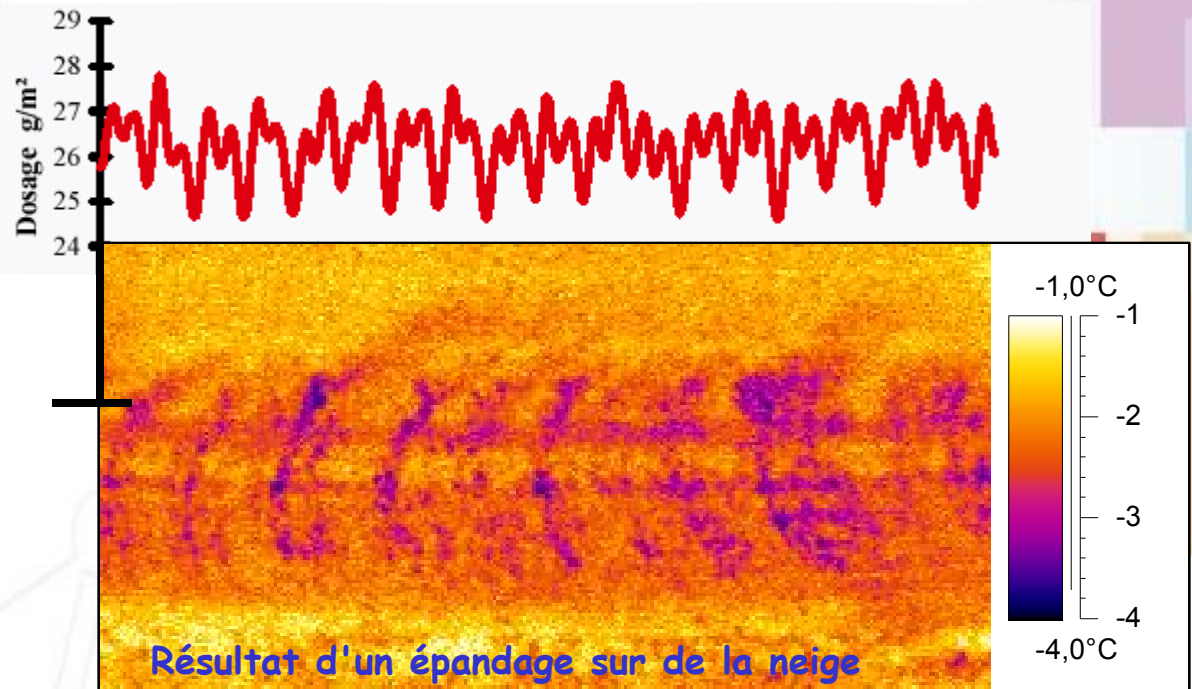
- La normalisation des matériels d'épandage

Sources:

- Europe/ France: CEN TC 337 "Winter maintenance and road service area maintenance equipment"

Les diverses approches internationales,  
pour comprendre et agir sur le système

- La normalisation des matériels d'épandage
  - La France et la mesure des performances de l'épandage
    - » Dispositif d'étalonnage longitudinal et transversal
    - » Norme d'essai pour évaluer la qualité de l'épandage





## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- **Les idées essentielles**

- Une tendance à définir de plus en plus les fondants routiers par rapport à leur usage fonctionnel (performances) et à leur innocuité pour l'environnement routier
- Des travaux de recherche et de développement de plus en plus fréquents sur le couplage entre produits et matériels d'épandage
- La performance des matériels encadré par des normes d'évaluation

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- La recherche des produits alternatifs pour traiter la route

### Sources:

- Nombreux pays : Études du CMA, acétate de ----, formiate de -----
- USA : SHRP 208 Développement of anti-icing technology
- Nombreux pays : Études des abrasifs avec association : chauffage, sels, eau chaude, etc.

- La recherche des produits alternatifs pour traiter la route
  - De très nombreux produits testés
  - Deux voies explorées
    - » Rendre non corrosifs les fondants routiers chlorurés par additions de divers produits inhibiteurs (minéraux ou organiques)
    - » Mettre au point de nouveaux produits qualifiables de moins agressifs pour l'environnement

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- **Les idées essentielles**

- Des difficultés à évaluer la contribution réelle des produits fondants nouveaux dits moins impactant pour l'environnement. Écobilan parfois sévère.
- Un frein lié au matériel d'épandage existant qui n'est pas toujours adapté
- Un frein lié au surcoût des produits par rapport aux fondants routiers conventionnels

Les diverses approches internationales,  
pour comprendre et agir sur le système

- La formation et l'information des usagers

Sources:

- France : "Émission de télévision pour les jeunes - adhérence, verglas et sel"
- Suède: Expérience d'essais fonctionnels de pneus d'hiver, pour voiture particulière et pour véhicule poids lourd....VTI- Nordström et Gustavsson
- Sites Internet

Nota :

L'objectif de cette "formation" est de rendre l'utilisateur citoyen et de lui faire prendre conscience que les fondants routiers ne résolvent pas tout et qu'il doit contribuer par son attitude à rendre sécuritaire ses déplacements

## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- La formation et l'information des usagers
  - La formation des jeunes
    - » Émission de télévision technico-scientifique (adhérence de la glace / effet du traitement avec un sel de voirie, comportement)
  - L'information générale pour le citoyen
    - » Tests comparatifs des pneumatiques spéciaux "hiver"
    - » Débat sur les fondants routiers organisé par le Canada



## Les diverses approches internationales, pour comprendre et agir sur le système

- **Les idées essentielles**

- Très peu d'actions traitant des fondants routiers destinées au grand public

**Comment faire évoluer l'image des fondants routiers dans l'inconscient collectif des usagers ?**

- Les nouvelles technologies et nouveaux produits pour le traitement hivernal

### Sources:

- Japon : "Développement de nouveaux agents dégivrants-antigels du groupe chlorure" Suga et Suzuki
- Suisse : "Implantation d'une installation fixe d'aspersion automatique de fondants chimiques sur l'autoroute de contournement de Lausanne" Zambelli
- USA : "Handbook of test methods for evaluating chemical deicers" SHRP
- Danemark : "Lutte contre le verglas sur les pistes cyclables à l'aide d'une solution saline" Mikkelsen et Prahl

- Les nouvelles technologies et nouveaux produits pour le traitement hivernal
  - Pénétration par le biais de "niches"
    - Traitement des ouvrages d'art
    - Traitement des entrées / sorties des tunnels
  - Pénétration par le biais des besoins urbains
    - Traitement de points singuliers particulièrement exposés (passerelles métalliques )
    - Traitement des voies urbaines spécialisées : trottoirs, voies piétonnes, pistes cyclables, etc.

- Les "nouvelles technologies" d'épandage des fondants routiers
  - Les systèmes d'aspersion automatique
  - Les systèmes de dispersion par irrigation des revêtements
  - Les revêtements spéciaux "dopés" avec des fondants routiers

- **Les technologies substitutives**

- Stockage géothermique solaire pour chauffage des OA (Suisse)
- Chauffage électrique éolien des revêtement routiers en entrées de tunnel (Japon)
- Récupération de l'énergie des cours d'eau "chaude" pour chauffer les routes (France)
- Stockage géothermique et pompe à chaleur pour le chauffage hivernal des OA (Japon)

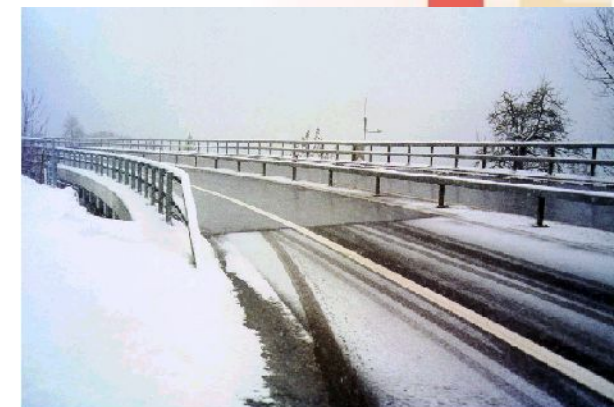
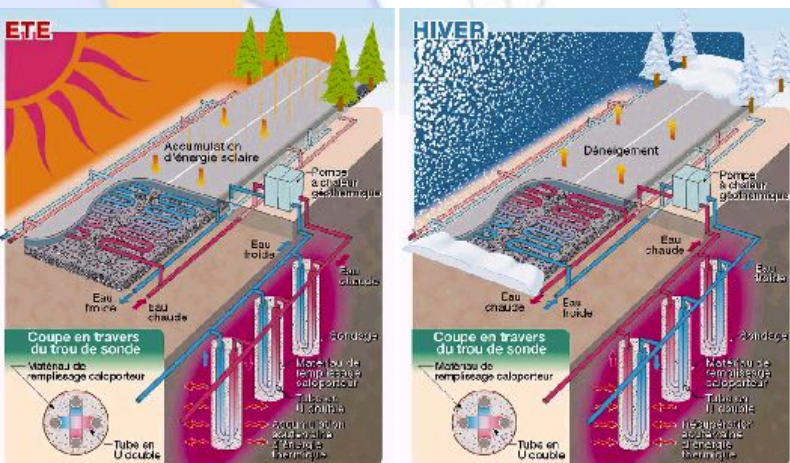


Fig. 1 - Projet pilote SERSO en service hivernal.

### • Les recherches

- Canada: Système de mesures embarquées sur un véhicule de patrouille de viabilité hivernale (Université de Sherbrooke)
- USA: Programme fédéral américain de gestion des conditions climatiques sur les routes (FORETELL)
- Italie: Asservissement des épandeurs de fondants routiers aux conditions d'état de surface des chaussées (Giletta)
- France: La modélisation prédictive du cycle de vie des fondants routiers (LCPC)
- France: La modélisation prédictive des températures de surface des chaussées (Météo France)





# COST 344



**DOCUMENTATION  
FOR THE  
FINAL SEMINAR  
COST 344**

*IMPROVEMENTS TO  
SNOW AND ICE CONTROL  
ON EUROPEAN ROADS  
AND BRIDGES*

LJUBLJANA DECEMBER 9.-10. 2002

## Les tendances actuelles

- Les résultats des réflexions européennes COST 344
- 18 pays participants

- Les axes de recherche proposés pour les fondants routiers

Research topic	Total		Authority		Industry		Research	
	No	Mean	No	Mean	No	Mean	No	Mean
<b>2. Winter maintenance (cont'd from previous page)</b>								
<b>2.4 De-icing products</b>								
De-icing products efficiency and their impact on the environment	45	1.93	26	1.88	6	2.33	13	1.85
Development of new (alternatives to sodium chloride and calcium chloride) de-icing and anti-freezing products which are not corrosive, do not endanger the environment and are not significantly more expensive than salt but are efficient	44	1.95	24	1.75	6	2.17	14	2.21
Content of harmful substances in used spread materials	37	2.16	20	2.15	6	2.17	11	2.18
Costs and benefits of different de-icing methods and products	45	1.91	26	1.88	6	2.00	13	1.92
Comparison of de-icing methods and products for specific road surfaces	43	2.07	23	2.04	6	1.83	14	2.21
Development of improved surface treatment of bridges	40	2.23	22	2.27	6	2.33	12	2.08
Review of salt sticking problems in silos and hoppers. Identify conditions which lead to jamming; grades of salt, silo construction, climate, humidity	31	2.61	19	2.63	4	2.25	8	2.75
Review of salt barn design, details that eliminate corrosion	32	2.94	18	3.00	4	3.00	10	2.80

- **Les idées essentielles**

- Un foisonnement d'innovations, de recherches et de développements qui crée une synergie entre les divers acteurs privés et publics du domaine
- Une nécessité qui se fait jour, d'évaluer la pertinence et l'efficacité des concepts et produits développés au regard des principes du développement durable
- Une montée en puissance du management environnemental qui s'impose à l'activité d'exploitation de la route

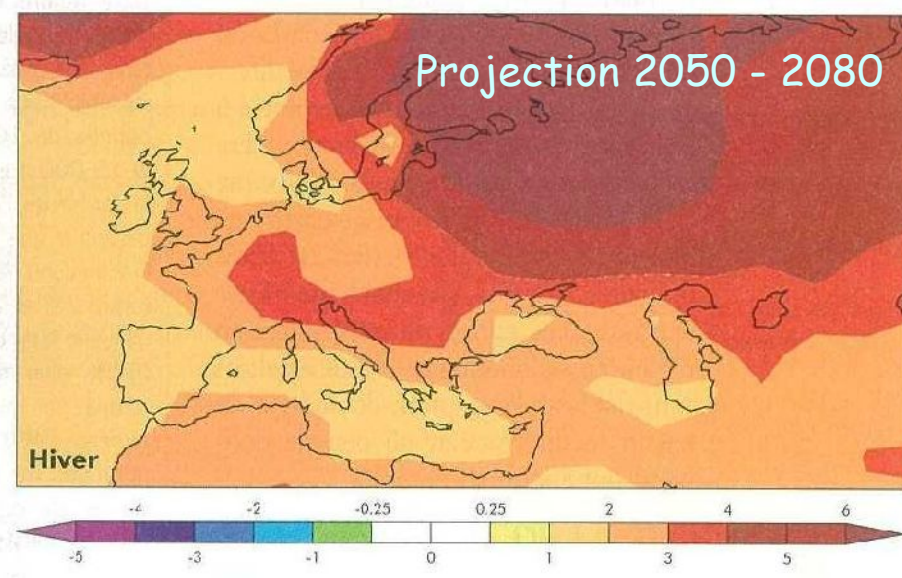
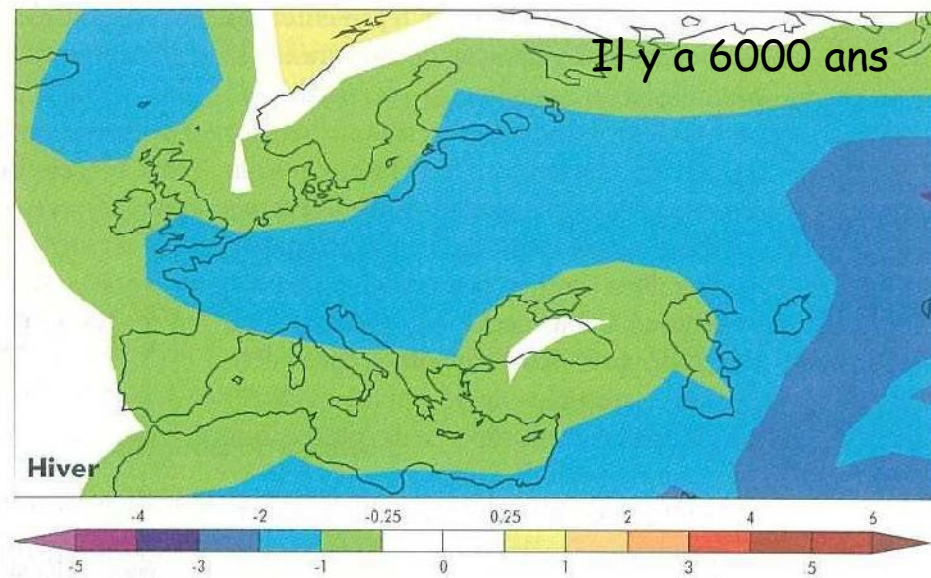
## Les incertitudes qui demeurent



## Les incertitudes qui demeurent

- L'évolution du climat
  - Le réchauffement planétaire et la modification du régime des précipitations
  - Nature, amplitude et occurrence des phénomènes hivernaux

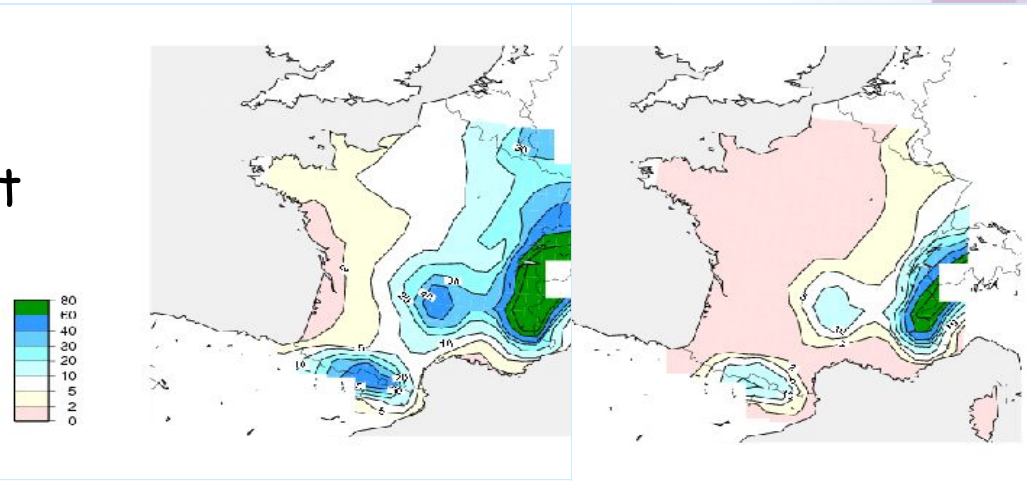
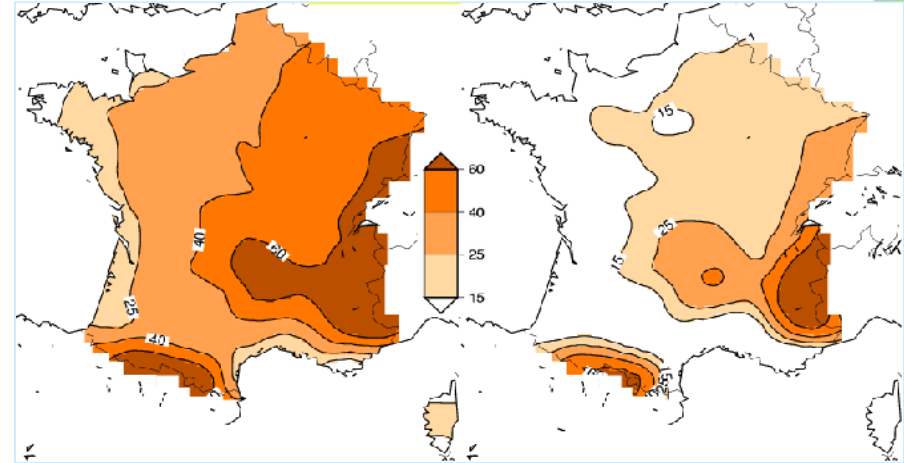
Source IPCC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat)





## Les incertitudes qui demeurent

- Conséquence sur l'exploitation de la route en hiver
  - Des occurrences et amplitudes différentes des précipitations neigeuses ou des pluies verglaçantes
  - Une distribution spatio-temporelle différente des phénomènes neige et verglas
  - Une typologie des phénomènes à traiter nécessitant de faire évoluer les méthodes et les moyens de traitement






- Les impacts sur l'environnement et les ressources en eau
  - Est-il possible aujourd'hui de définir pour les fondants routiers des seuils d'acceptabilité du milieu naturel ?
  - Ne faudrait-il pas gérer/ maîtriser les eaux de ruissellement des plates-formes routières ?
  - Ne faudrait-il pas traiter certaines zones sensibles avec d'autres types de produits fondants, voire supprimer tout traitement ?
  - Etc.?

- Les impacts sur l'environnement (faune et flore) et les ressources en eau

À la lumière des données disponibles, on conclut que les fondants routiers qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanure pénètrent dans l'environnement en une quantité ou en une concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique, ou de nature à mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie. En conséquence, on conclut que les fondants routiers qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanure sont considérés comme « toxiques » au sens de l'article 64 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* (LCPE 1999).

## Les défis à relever

- Les grands chantiers ouverts
  - L'exploitation hivernale à l'école du développement durable
    - L'éco bilan "exploitation de la route en hiver" (ou modéliser les flux énergétiques et polluants du système pour en faire une **véritable variable d'influence** dans tout projet routier)
  - L'efficacité de l'épandage et du déneigement
    - Comment faire pour déneiger parfaitement pour qu'il **n'y ait plus à saler** ?
    - Comment saler à la **dose juste nécessaire** pour protéger les voiries du phénomène à combattre ?
  - Les systèmes qualité pour la viabilité hivernale
    - La VH à l'école de l'**ISO 9000**, l'**ISO 14000** et autres standards du système de sécurité (Management environnemental)



\* \* \* Autant de sel que nécessaire, mais  
aussi peu que possible \* \* \*