

Mise au point d'une méthode de détermination de la teneur en sel dans les sols

Réunion de restitution de l'OR 11MEP3

Le 20/10/2011, CETE Nord-Picardie, LRPC de
Lille

Guillaume DEROMBISE - CETE de l'Est

Ivana DURICKOVIC - CETE de l'Est

Lucie FRAMONT-TERRASSE - CETE de l'Est

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est
Groupe Infrastructures, Climat, Environnement - Équipe Ressource Viabilité Hivernale

Contexte et problématique

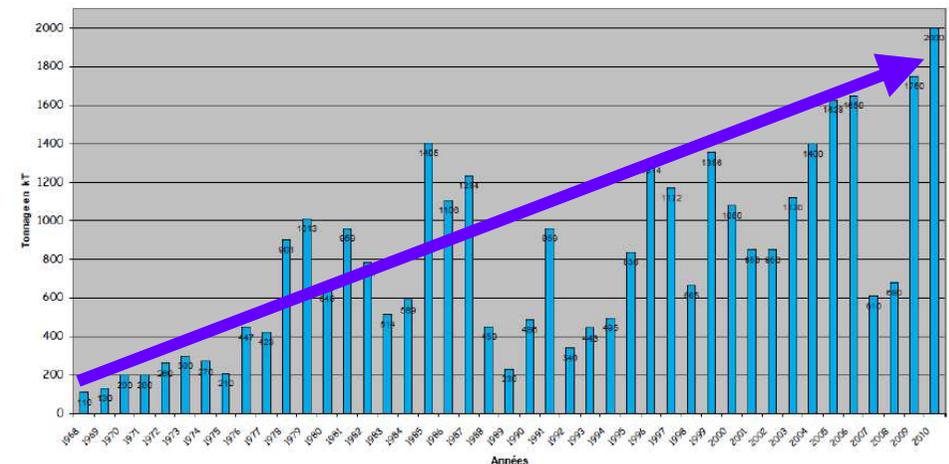
La **viabilité hivernale** répond aux exigences de :

- mobilité individuelle et industrielle (la route, maillon de production)
- principe de continuité du service public
- sécurité des biens et des personnes en période hivernale



Accroissement permanent des niveaux de service et des quantités de fondants routiers (**NaCl à 99,9%**) épandues

2 millions de tonnes de fondants routiers épandues lors de l'hiver 2009/2010



➡ **Problématiques environnementales croissantes au niveau international**

Depuis 1999, le NaCl est considéré comme toxique au sens de la loi canadienne pour la protection de l'environnement

Impacts des fondants routiers sur l'environnement

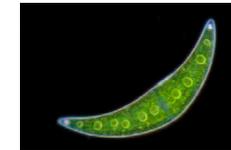
❑ **Lacs et terres humides** : stratification, augmentation du pH, biodisponibilité des métaux lourds, modification de la biodiversité, etc.

❑ **Sols** : augmentation du pH et de la salinité, modification de la structure, remobilisation des métaux lourds, stérilisation, etc.

❑ **Cours d'eau** : modification de la biodiversité, etc.

❑ **Eaux souterraines** : augmentation de la salinité et de la dureté, biodisponibilité des métaux lourds

❑ **Flore terrestre** : déshydratation, réduction de croissance, défoliation ou perte des aiguilles, nécroses, etc.



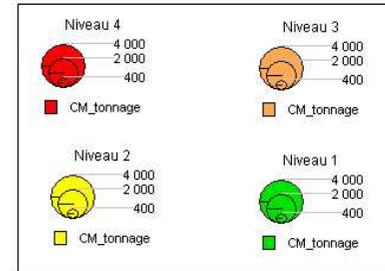
Sources de rejets dans le milieu

Le stockage : pertes entre 5 et 8% pour les stocks non-couverts :
~ 40 000 à 70 000 t/an

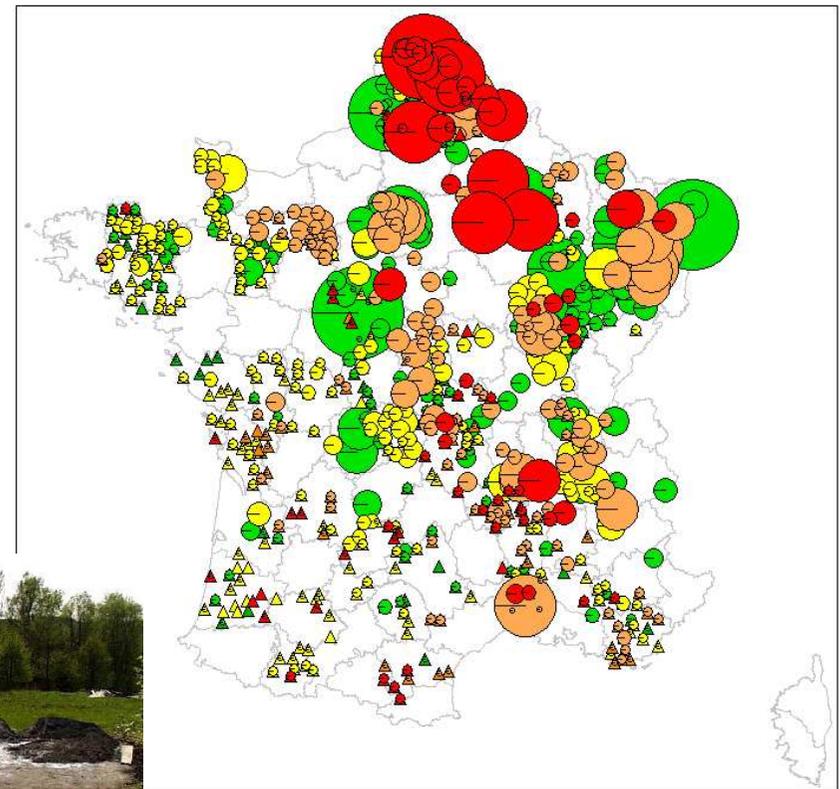
Le chargement des épanduses

Le lavage des épanduses

L'épandage



Qualité globale des stockages
Quatre niveaux de risque



Objectifs

Évaluation des rejets de fondants routiers dans les sols suivant :

- différents contextes locaux (géologie, hydrogéologie, pluviométrie, etc.)
- différentes modalités de stockage (stocks couverts ou non, plate-forme étanche ou non, récupération des eaux de ruissellement ou non, etc.)



stockage

Améliorer la connaissance de l'impact des pratiques de
sur le milieu récepteur



Communiquer, sensibiliser les gestionnaires

Démarche

OR 11MEP3

2011 : Mise au point d'une technique d'analyse de la teneur en sel dans les sols :

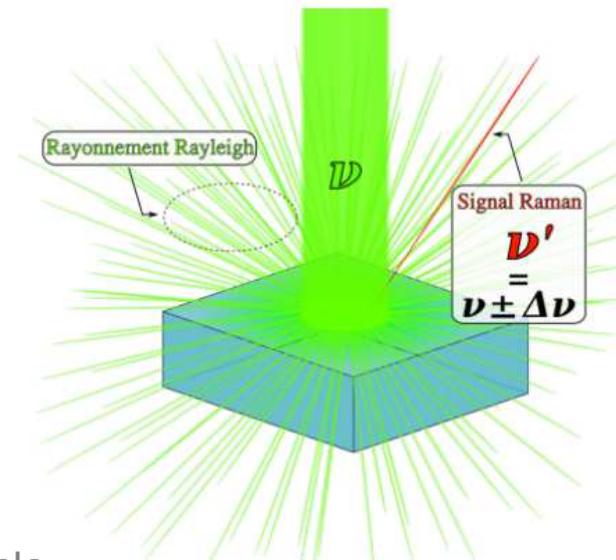
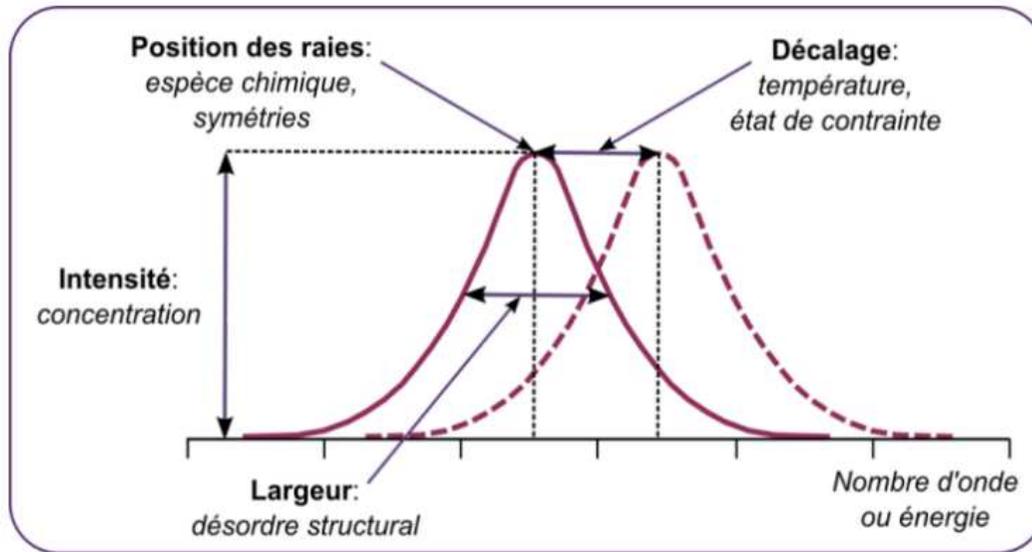
- ✓ fiable,
- ✓ peu coûteuse,
- ✓ rapide,
- ✓ permettant de mesurer une large gamme de concentrations,
- ✓ rapidement opérationnelle, etc.

Spectrométrie
Raman

2012-201X : Prélèvements sur différents sites de stockage représentatifs.
Analyse des échantillons.

Qu'est-ce que la spectrométrie Raman?

Principe : signature des vibrations du matériau



Position des raies : identification de l'espèce chimique soluble dans le fluide

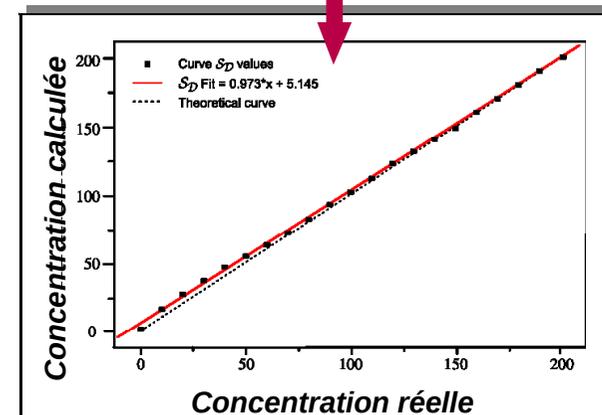
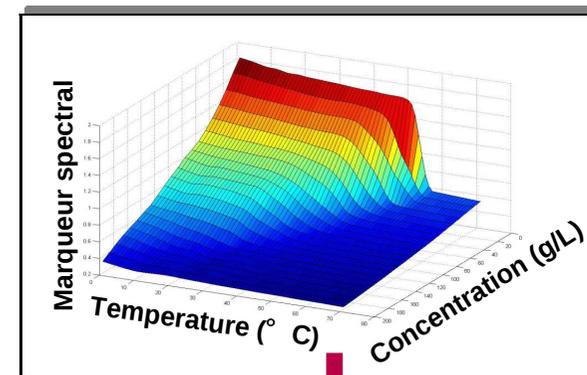
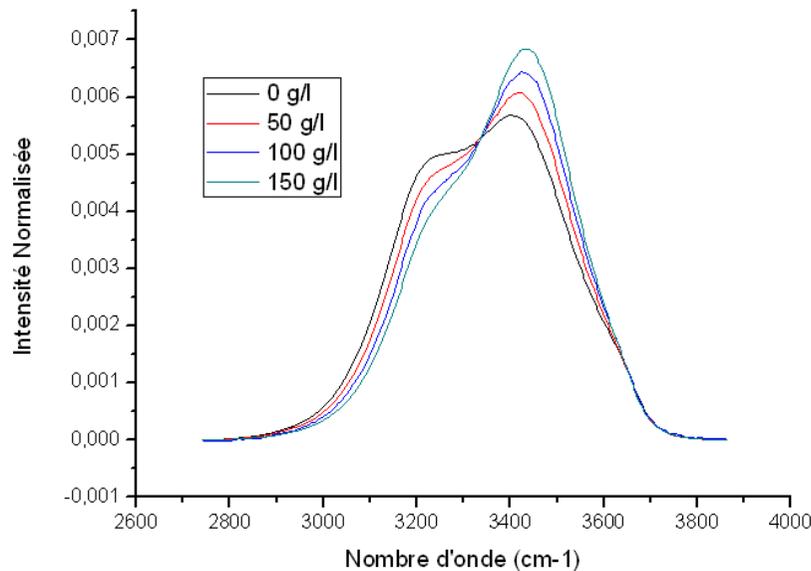
Intensité : concentration de la solution

Avantages :

- pas de préparation d'échantillon : mesure *in situ*
- mesures sans contact, non destructive
- rapides (<1 seconde)
- transportable

Qu'est-ce que la spectrométrie Raman?

Mise au point d'une méthode de détermination de la salinité dans les eaux



- 2 brevets déposés**
- * Procédé de détermination de la phase solide/liquide,
 - * Détermination de la concentration en sel d'une solution aqueuse »

Analyse de la teneur en sel dans les sols

Démarche :

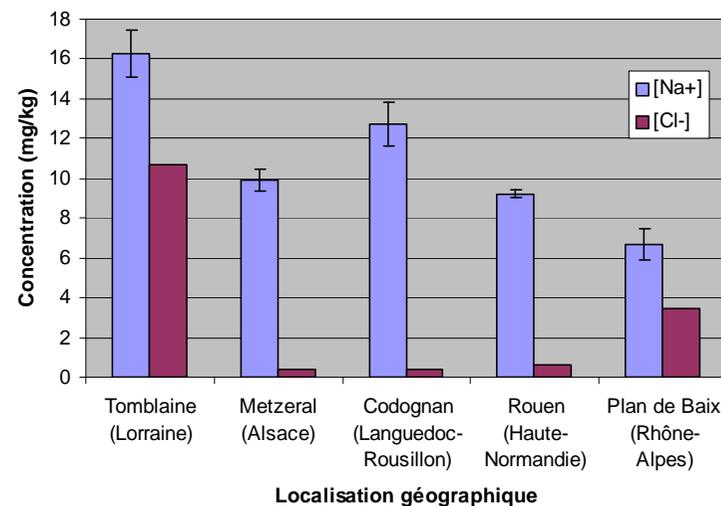
- 1) Contamination d'échantillons de sols
- 2) Extraction de la fraction de NaCl soluble (et adsorbée)
- 3) Analyse des solutions extraites

Analyse de la teneur en sel dans les sols

Démarche :

1) Contamination d'échantillons de sols

- o Prélèvement de terre végétale au LRPC de Nancy
- o Séchage 24h à 105° C
- o Tamisage à 2 mm
- o Agitation 500 g de terre + 500 mL saumure de concentration connue (0,015 à 25g de NaCl/kg de terre sèche) au turbula, à T ambiante, pendant 3 heures
- o Séchage à 105° C jusqu'à masse constante



Analyse de la teneur en sel dans les sols

Démarche :

2) Extraction de la fraction de NaCl soluble (et adsorbée)

Évaluation de l'influence :

- o du rapport d'extraction (de 1/1 à 1/20)
- o de la durée lixiviation (de 2h à 20h)
- o du broyage (80 μm)
- o de la solution d'extraction (eau distillée et acide nitrique à 2%)

Analyse de la teneur en sel dans les sols

Démarche :

3) Analyse des solutions extraites

SAA (dosage Na^+)



Potentiométrie
(dosage Cl^-)

1 g/L



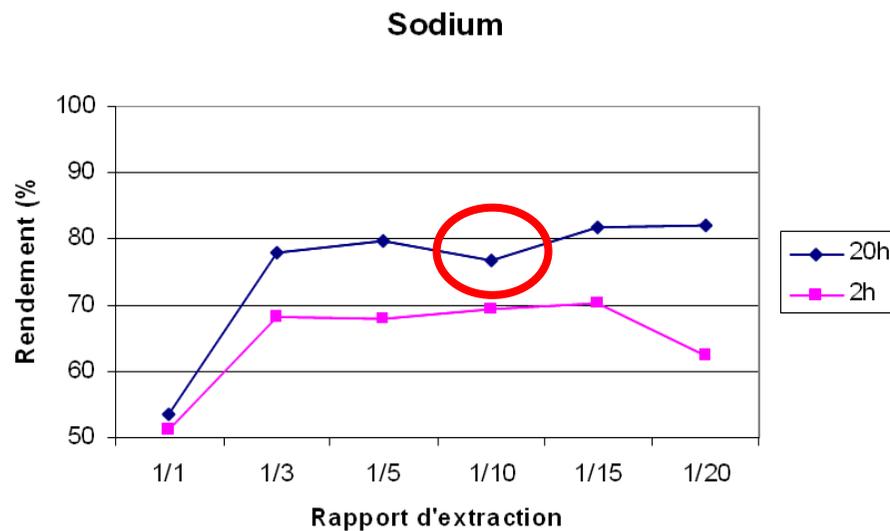
Raman (dosage NaCl jusqu'à 200 g/L)

+ SAA (après dilution)

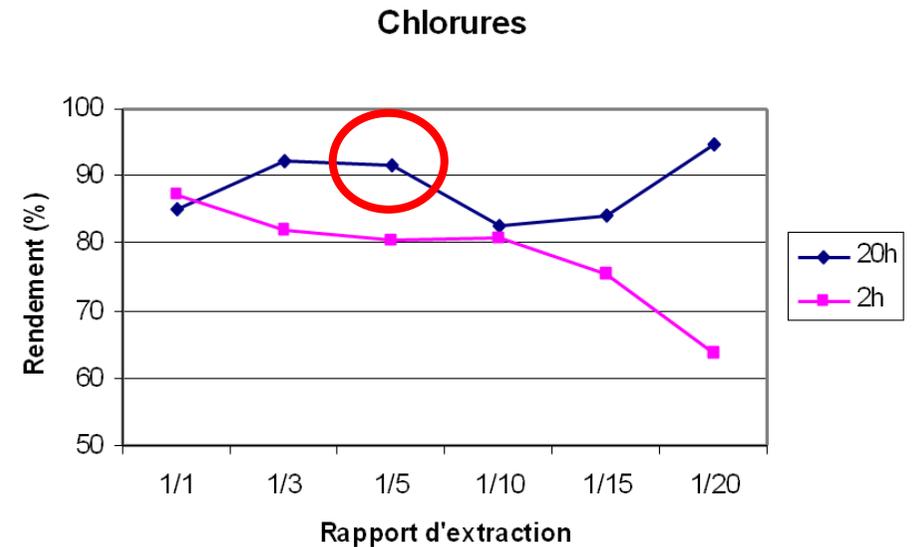
+ potentiométrie

Analyse de la teneur en sel dans les sols

Influence du rapport d'extraction et de la durée de lixiviation (dans l'eau)



Analyse par spectrométrie d'absorption atomique



Analyse par potentiométrie

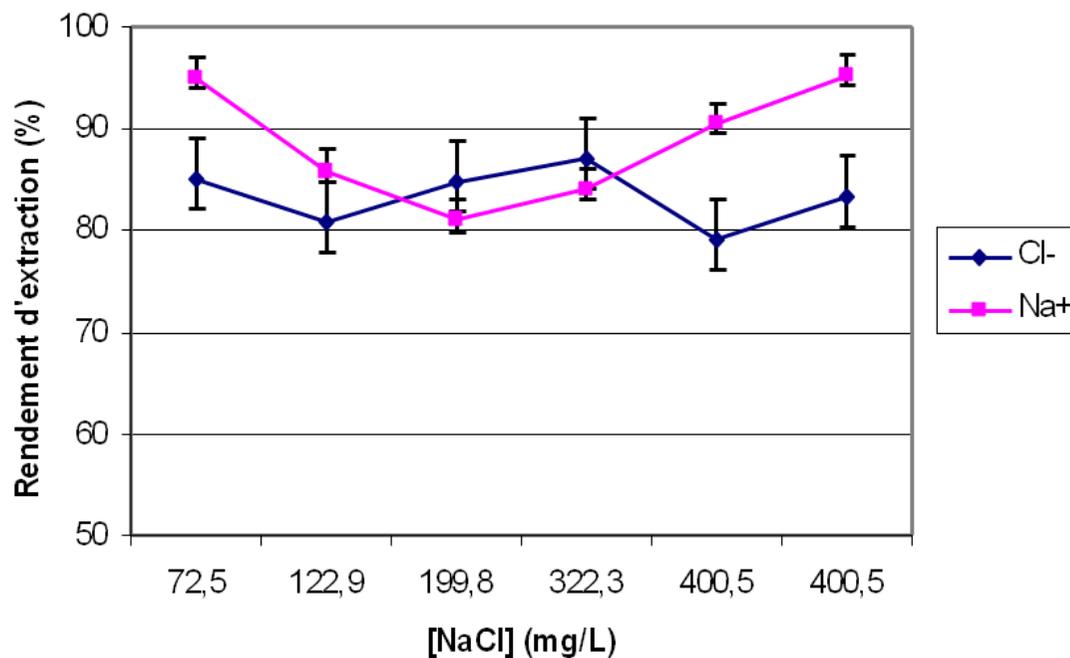
Rendement d'extraction maximal (~80%) obtenu pour :

- un rapport d'extraction de 1/5
- une durée de lixiviation de 20h

Analyse de la teneur en sel dans les sols

Influence du rapport d'extraction et de la durée de lixiviation (dans l'eau)

Ex : extraction à l'acide nitrique à 2%



Rendement d'extraction maximal (> 80%) obtenu en utilisant de l'acide nitrique à 2%

Aucune influence du broyage



Analyse de la teneur en sel dans les sols

Analyses par spectrométrie Raman

- o Problèmes de fluorescence de la terre végétale → séchage à T ambiante pendant 72 h et extraction à l'acide nitrique permet de limiter ce phénomène
- o Surestimation systématique d'environ 10-20 g/L de la concentration en NaCl (fluorescence résiduelle) → prise en compte dans le traitement des données

