

# WORKSHOP

## DÉNEIGEMENT DES VOIRIES : ADDITION SALÉE !

14 NOVEMBRE  
2019

Réflexions sur les sels de déneigement et leurs alternatives

Anne-Claire DEWEZ

Département Eau de Bruxelles Environnement

Stéphan TRUONG

Facilitateur Eau



- ▶ Appréhender les effets des sels sur l'environnement
- ▶ Réflexion sur l'utilisation des sels de déneigement
- ▶ Appréhender les produits de déneigement alternatifs et leurs caractéristiques
- ▶ Appréhender les techniques alternatives et leur efficacité



## INTRODUCTION

IMPACTS

UTILISATION RAISONNÉE

PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

TECHNIQUES ALTERNATIVES





Les enjeux liés aux SELS de DENEIGEMENT

**Sécurité**  
**Mobilité**



**Environnement**



Les enjeux liés aux SELS de DENEIGEMENT

# Gestion des risques

## Sécurité

Définition des responsabilités  
Sensibilisation

## Mobilité

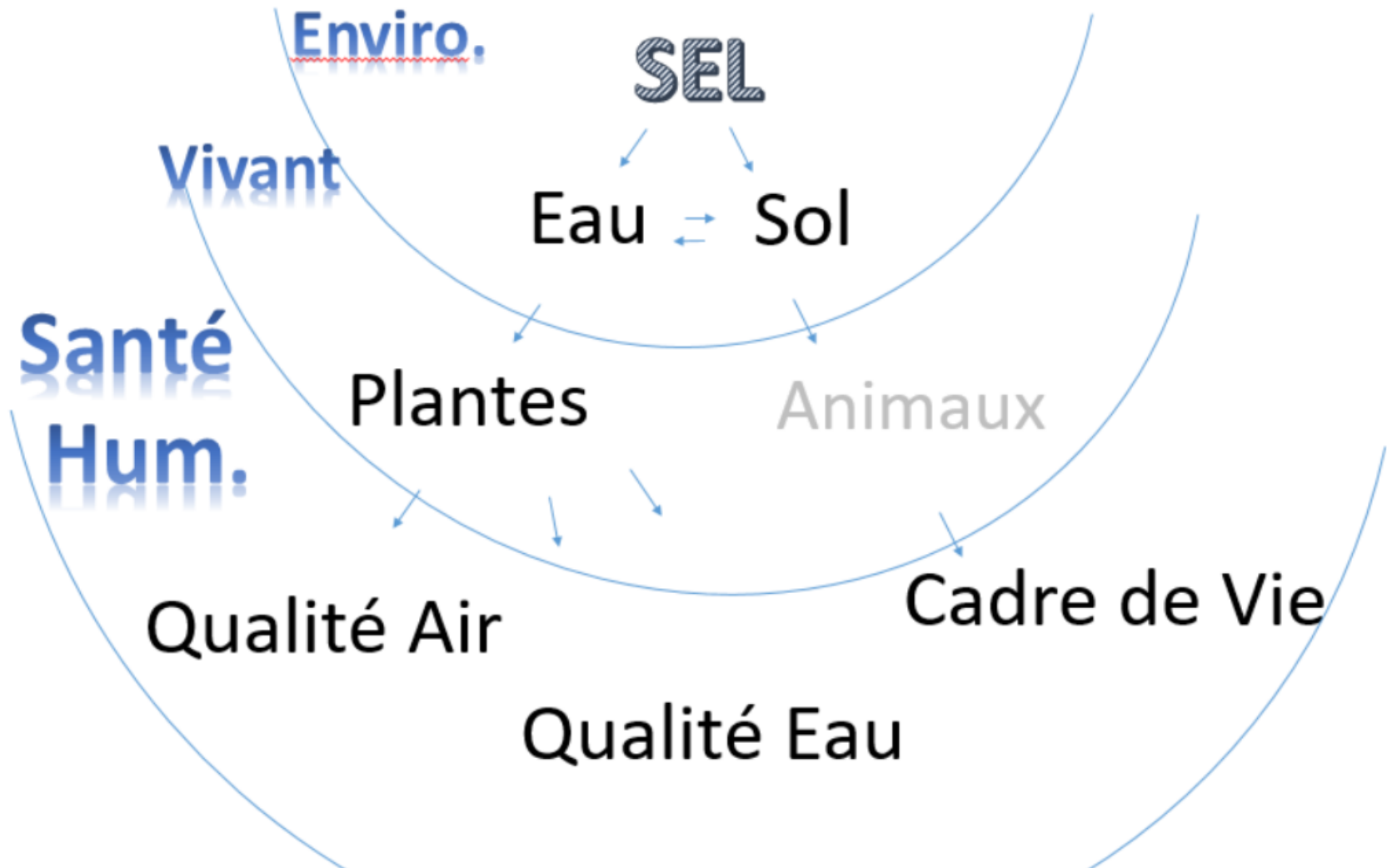
Capacité/souplesse des autres  
réseaux de mobilité  
de prendre « le relais » en cas de  
neige



## Environnement

Importance de la dose/concentration  
du milieu récepteur  
de l'état/dynamique de l'écosystème





INTRODUCTION

**IMPACTS**

UTILISATION RAISONNÉE

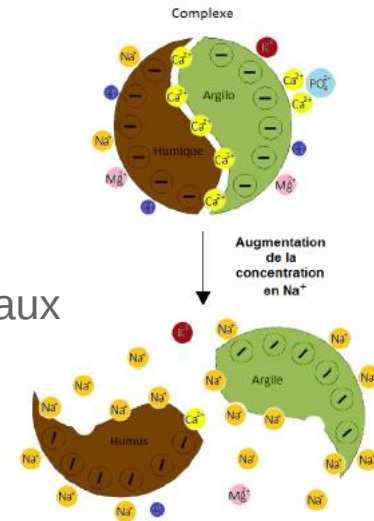
PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

TECHNIQUES ALTERNATIVES





- ▶ Aucun dispositifs de dégradation
- ▶ Les ions chlorures ( $\text{Cl}^-$ ):
  - Aucune affinité avec les particules du sol
  - S'écoulent en suivant le flux dans les sols et les végétaux
- ▶ Le sodium ( $\text{Na}^+$ ) :
  - Se fixe aux particules du sol
  - Diminue la capacité d'échange cationique (CEC)
  - Ne circule pas avec les eaux d'infiltration

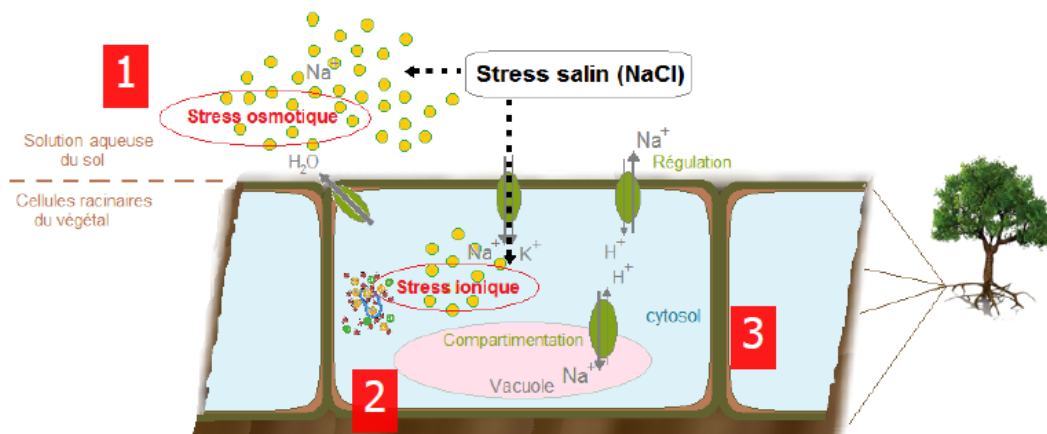


- ⇒ **Déstructuration des sols** par saturation des complexes argilo-humiques
- ⇒ Une teneur en  $\text{Na}^+$  supérieure à 10% de la CEC, l'effet sur la structure du sol devient significatif
- ⇒ Les sols deviennent secs



## IMPACTS SUR LES VÉGÉTAUX

- ▶ Stress osmotique
  - Ralentissement de l'absorption des nutriments par les racines
  - Inversion du flux, sortie d'eau des racines vers l'extérieur
- ▶ Stress hydrique et carence en éléments nutritifs
- ▶ Dessèchement et brûlures par contacts directs
  - Migration de l'eau hors des organes touchés
- ▶ Stress ionique
  - Entrée dans les cellules d'une eau chargée en  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$
  - Compétition avec les ions  $\text{K}^+$  induit un dérèglement métabolique



Les principaux effets toxiques d'un stress salin sur la cellule végétale  
Source : Adapté de la présentation de Mehdi JABBOUNE



## Symptômes proches de ceux-ci exprimés en cas de sécheresse



IMPACTS

**UTILISATION RAISONNÉE**

PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

TECHNIQUES ALTERNATIVES



## RÉDUCTION DES QUANTITÉS D'ÉPANDAGE AU STRICT NÉCESSAIRE

- ▶ Définir les quantités à épandre au préalable
- ▶ Déneigement mécanique soigné préalable (raclage)
- ▶ **Quantité épandue** lors d'une intervention de viabilité hivernale :  
[SETRA, CETE de l'Est et Ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement Durable]
  - Quantité moyenne de sel épandue : **55 g/m<sup>2</sup>**
  - Préconisations :

Traitement préventif et curatif contre la neige : **10 à 15 g/m<sup>2</sup>**,

Traitement contre le verglas : **10 à 30 g/m<sup>2</sup>**

- ⇒ Pour des villes où la température ne chute jamais en dessous des -10°C, **dose moyenne préconisée : 20 g de sel / m<sup>2</sup>** pour fonte de la neige/glace sur la chaussée



## RÉDUCTION DES QUANTITÉS D'ÉPANDAGE AU STRICT NÉCESSAIRE

- ▶ Quantité épandue dosée en fonction de la **météo**
- ▶ **Formations** du personnel des services d'épandages à des techniques parcimonieuses
- ▶ **Campagnes de sensibilisation** des particuliers
- ▶ Choix des **outils d'épandage** : Appareils permettant un dosage précis
  - **Epandeuses** ou mini-épandeuses modernes, asservies à la route, avec **optimisation des réglages**
  - **Caméras infrarouges** pour connaître la température de la route
  - **Système d'Aide à la Décision en Viabilité Hivernale (SADVH)**
- ▶ Eviter les systèmes de rémunération par quantité épandue



IMPACTS

UTILISATION RAISONNÉE

**PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS**

TECHNIQUES ALTERNATIVES



## 15 PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

| Produit chimique      | Impacts environnementaux | Propriétés                                                    | Quantité à épandre                                            | Coûts                                                      |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Formiate de potassium | Ecologique               | Solidification de l'eau à <b>-58°C</b> .                      | Sous forme liquide : <b>15 à 30 g/m<sup>2</sup></b> .         | Entre <b>15 000 et 30 000 €/km<sup>2</sup></b> (1 000 €/T) |
| Acétate de calcium    | Biodégradable            | Ne fait pas fondre neige/glace, diminution du manteau neigeux | X                                                             | <b>3 à 5 fois</b> plus cher que le NaCl                    |
| Chlorure de calcium   | X                        | Solidification de l'eau à <b>-51°C</b> (concentration 30%)    | Sous forme solide ou en saumure : <b>10 g/m<sup>2</sup></b> . | Entre <b>4 000 et 5 000 €/km<sup>2</sup></b> (400-500 €/T) |
| Chlorure de magnésium | X                        | Solidification de l'eau à <b>-33°C</b> (concentration 22%)    | Sous forme de flocons : <b>7 à 8 g/m<sup>2</sup></b> .        | Entre <b>3 000 et 5 000 €/km<sup>2</sup></b> (500-600 €/T) |



## 16 PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

| Produit chimique      | Avantages                           | Inconvénients                                                                           |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Formiate de potassium | Meilleur effet dégelant que le NaCl | Coût élevé                                                                              |
| Acétate de calcium    | Biodégradable                       | Coût élevé<br>Efficacité diminue en dessous de - 7°C                                    |
| Chlorure de calcium   | Meilleur effet dégelant que le NaCl | Coût élevé<br>Phénomène de "savonage"<br>Toxicité (planctons et invertébrés aquatiques) |
| Chlorure de magnésium | Meilleur effet dégelant que le NaCl | Coût élevé<br>Phénomène de "savonage"<br>Toxicité (espèces aquatiques)                  |



## 17 PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

### Autres types de substrats

- ▶ Mélasse de sucre mélangée à du sel
- ▶ Cendres
- ▶ Mélange de copeaux de bois et de  $MgCl_2$
- ▶ **Composés abrasifs**
  - Gravillons rocheux
  - Sable ou l'épandage de
  - Scories

Problèmes de colmatage

Dégâts de projection

Besoin de plusieurs passage

⇒ **Efficacité limitée**

⇒ **Peu utilisés par les services d'épandage**



## 18 PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

### Autres types de substrats

- ▶ Bouillie de sel
  - Mixte de saumure et de sels en grain
  - Démarrage rapide de la fonte
  - Permet d'accroître l'efficacité du sel épandu

⇒ **Diminution des quantités à épandre**



IMPACTS

UTILISATION RAISONNÉE

PRODUITS DE DÉNEIGEMENT ALTERNATIFS

**TECHNIQUES ALTERNATIVES**



## Conditions de vie optimales

- ▶ Sensibilité accrue aux sels de déneigement si les conditions de vie ne sont pas optimales
  - ⇒ **Limiter les autres stress**
- ▶ Nécessité de connaître les propriétés physicochimiques du sol
- ▶ Prévoir les zones de déstructuration potentielles



## Aménagement d'espaces filtrants (en amont de la fosse de plantation)

⇒ **Bande tampon**

⇒ **Végétaux tolérants et bio-accumulateurs de sel**

- ▶ **Noues filtrantes**
- ▶ **Marais filtrants**
  - Aménagements pas toujours intégrables (milieu dense)



## Conditions de vie optimales

- ▶ Techniques d'optimisation des conditions de vie
  - **Dimensions** généreuses des **fosses de plantation** (développement racinaire suffisant)
  - Apport de **matière organique** pour éviter la déstructuration et/ou utilisation de substrat sablo-caillouteux
  - Eviter et contrer le tassement du sol
  - Couvrir les surfaces plantées par une **sous-végétation** (couvre-sol)
  - A la suite de la mort de l'arbre et en cas de replantation : changement du substrat avarié et remplacement par de la **terre riche en humus** et en substance nutritive
  - Installation de **systèmes d'irrigation et d'aération**
  - Sarclage régulier de l'assiette de l'arbre et apport d'humus pour favoriser l'aération et la viabilité des microorganismes
  - Fumure régulière avec un engrais complet équilibré qui comporte de la matière organique



## Espèces « tolérantes » au sel

- Majorité d'espèces indigènes peu tolérantes au sel
- Souvent plantes herbacées et petites graminées

| Arbres halotolérants | Arbres halosensibles | Herbacées halotolérantes | Herbacées halosensibles |
|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Aulne                | Cerisier             | Laîche à épis distants   | Trèfle                  |
| Chêne                | Charme               | Cranson danois           | Paturins                |
| Frêne                | Epicéa               | Roseau commun            |                         |
| Pin                  | Hêtre                |                          |                         |
|                      | If                   |                          |                         |
|                      | Mélèze               |                          |                         |
|                      | Merisier             |                          |                         |
|                      | Orme                 |                          |                         |
|                      | Peuplier             |                          |                         |
|                      | Sapin                |                          |                         |
|                      | Tilleul              |                          |                         |



## Compositions des sols

- ▶ Aménagements de sols sablo-caillouteux
  - Drainage efficace des eaux salées
  
- ▶ **Structural soil** (Terre à structure renforcée)
  - Forte porosité du sol
  - Apport minimal de terre végétale
  - Associé à un système de drainage

Espace pour le développement racinaire

Drainage important des eaux salées

⇒ **Empêche le sel de boucher les pores de la terre**

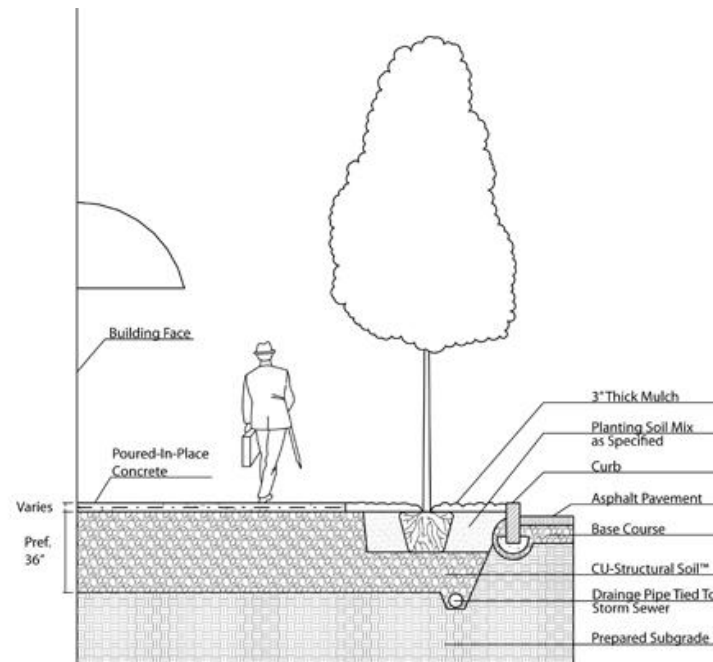
⇒ **Prévient l'asphyxie, la déshydratation et la stagnation de l'eau**



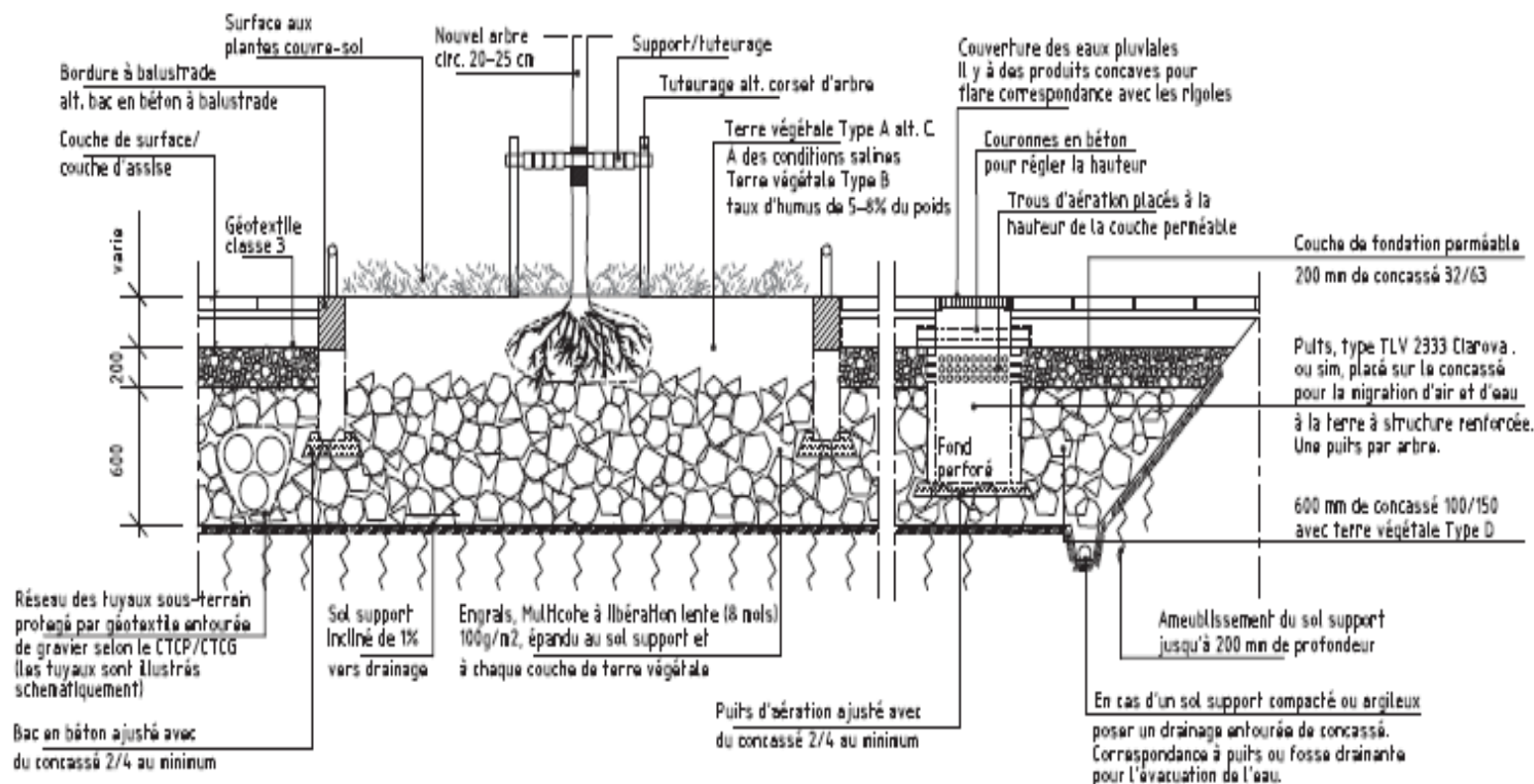
- *Structural soil* (Terre à structure renforcée)
  - Terre mise en place pauvre en éléments nutritifs et mauvaise rétention d'eau

Arbres résistants

Arrosages parfois nécessaires et épandages d'engrais



## 9.9 TERRE À STRUCTURE RENFORCÉE – DESCRIPTION DE LA MISE EN PLACE (VERSION COURTE)



*Nouvelle plantation – arbre avec sous-végétation dans une surface imperméable  
Section type, échelle 1:50*



## Dispositifs de filtration

### ► Filtre d'argile

- Chargés négativement

Retient les ions sodium (néfastes pour les végétaux)

### ⇒ Limitation de la déstructuration du sol

- Argiles de type « montmorillonite » et « vermiculite » car fixent beaucoup plus d'ions (de l'ordre de 10 fois plus) que les argiles de type « kaolinite ».
- Proportion de sable permet de garder un aspect drainant
- Composé de deux parties

Un géotextile de 1 à 2 mm d'épaisseur

Un mélange argile (30%), sable (60%), limons (10%) sur 15 cm d'épaisseur.



## Dispositifs de filtration

### ► Filtre de paille ou de phragmites

- Rétention de l'eau salée
- 20 à 50 cm de paille ou de phragmites, à disposer avant l'hiver, en amont de la fosse de plantation

### ► Filtre de matière organique

- Chargée négativement (somme des charges)
- Capacité d'échange cationique élevée (CEC)
- Rétention des ions sodium
- Permet d'éviter la déstructuration des sols
- Pouvoir absorbant plus important que l'argile
- Tourbe, compost et autres éléments organo-minéral (mélange d'argile et de tourbe).
- Dispositif :

Un géotextile de 2 à 5 mm d'épaisseur,

Un apport de matière organique de type tourbe ou compost sur une hauteur de 2 à 5 cm

⇒ **Selon la CEC, environ 35 kg de matière organique au m<sup>2</sup> peut absorber les ions sodium épandus à 20 g de sel pendant 10 salages.**



## Amendement de gypse

- ▶ Principe : percolation des ions calcium, remplacent les ions sodium du sol
- ▶ Permet de restaurer la structure initiale des sols
- ▶ Appliqué en curatif, après la période hivernale, ou en préventif
- ▶ Préconisations : épandage de 1 à 3 kg de gypse par m<sup>2</sup> de sol de dispositif végétalisé





- ▶ Impacts de sels
  - Déstructuration des sols
  - Différents types de stress (hydrique, osmotique et ionique)
  - Symptômes de déshydratation
- ▶ Utilisation raisonnée des sels de déneigement
  - Epandage moyen actuel : 50 mg/m<sup>2</sup>
  - Epandage moyen nécessaire : 20 mg/m<sup>2</sup>
  - Plan d'épandage et outils adaptés
- ▶ Produits de déneigement alternatifs
- ▶ Peu utilisés, très coûteux ou peu efficaces
- ▶ Techniques alternatives
  - Conditions de croissance optimales

Dimensions des fosses de plantation

Terre riche en humus et en nutriments

Systèmes d'irrigation et de drainage





- ▶ Peu d'espèces tolérantes au sel

- ▶ Composition des sols

- Sols sablo-caillouteux
- Structural soil

Peu de terre, sol caillouteux

Porosité importante

⇒ **Drainage important**

⇒ **Espace de développement des racines**

- ▶ Dispositifs de filtration

- Argile
- Paille et phragmites
- Matière organique
- Amendement de gypse



**Anne-Claire DEWEZ**

Département Eau de Bruxelles Environnement

☎ + 32 2 563 43 73

✉ [acdewez@environnement.brussels](mailto:acdewez@environnement.brussels)

**Stéphane TRUONG**

Facilitateur EAU pour le compte de Bruxelles Environnement  
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ [facilitateur.eau@environnement.brussels](mailto:facilitateur.eau@environnement.brussels)



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

