



Copyright © Cerema



CONFÉRENCE TECHNIQUE TERRITORIALE

LES IMPACTS DE LA VIABILITÉ HIVERNALE SUR L'ENVIRONNEMENT

STÉPHANIE GAUDÉ

Experte Viabilité Hivernale
Cerema
Laboratoire de Nancy

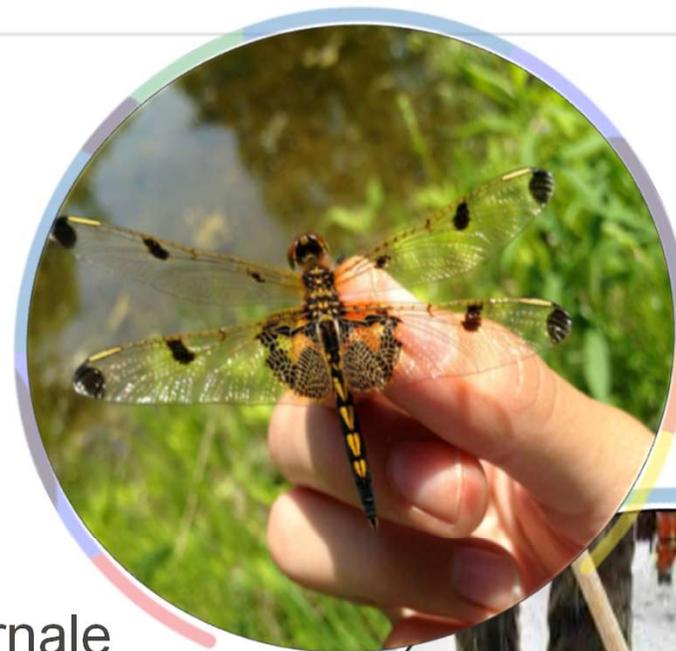
Stephanie.gaude@cerema.fr

Adaptation des villes et infrastructures au changement climatique :
Regards croisés VH & ICU

Tomblaine, le 6 septembre 2023

SOMMAIRE

- Les impacts du service hivernal
- Les impacts des produits de viabilité hivernale
- Les impacts du sel



INTRODUCTION

Le service hivernal est l'ensemble des actions mises en place durant l'hiver afin de réduire au maximum les risques liés aux pertes d'adhérence et provenant directement de la météo (mesures de prévention et de lutte).

Nécessite de mettre en œuvre:

- Des moyens humains
- Des moyens matériels (ESH, Véh. de patrouillage, capteurs, bâtiments...)
- Des matériaux (sel, abrasifs, autres...)



I-LES IMPACTS DE LA VIABILITÉ HIVERNALE

Les émissions de CO₂ liées à la construction des matériels et l'élaboration des matériaux

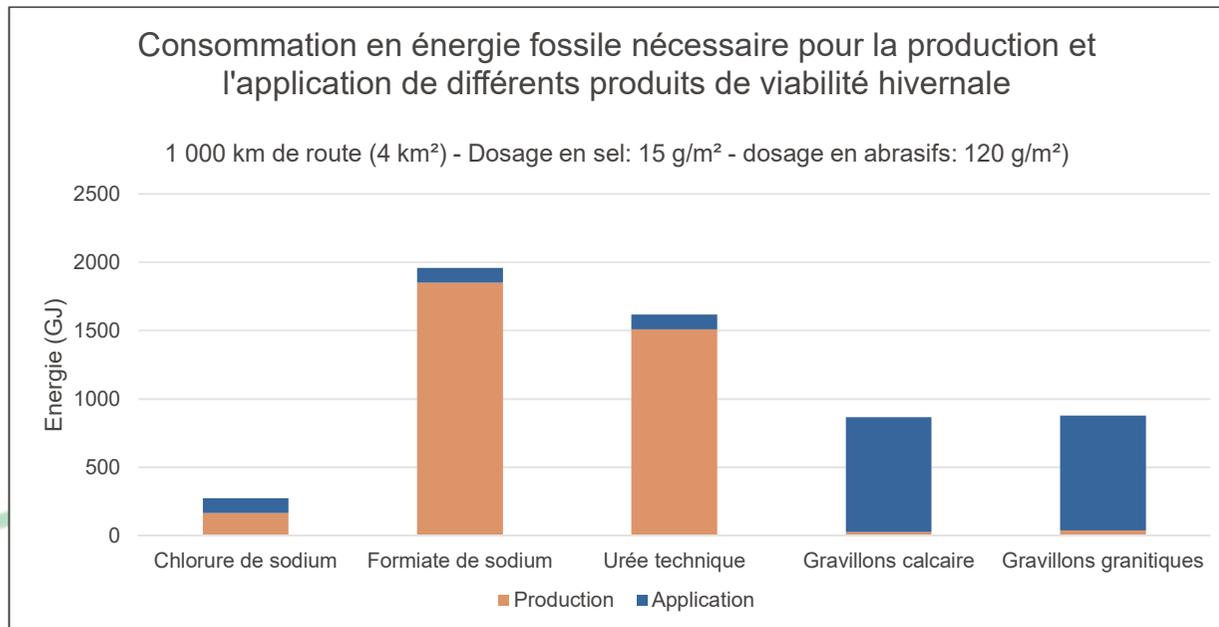
- les engins de VH
- les bâtiments et abris spécifiques
- les fondants routiers et/ou les abrasifs



I-LES IMPACTS DE LA VIABILITÉ HIVERNALE

Les émissions de CO₂ liées aux moyens de transport et au fonctionnement des engins du service hivernal

- transport des fondants routiers
- raclage et évacuation de la neige
- mise en œuvre des fondants routiers



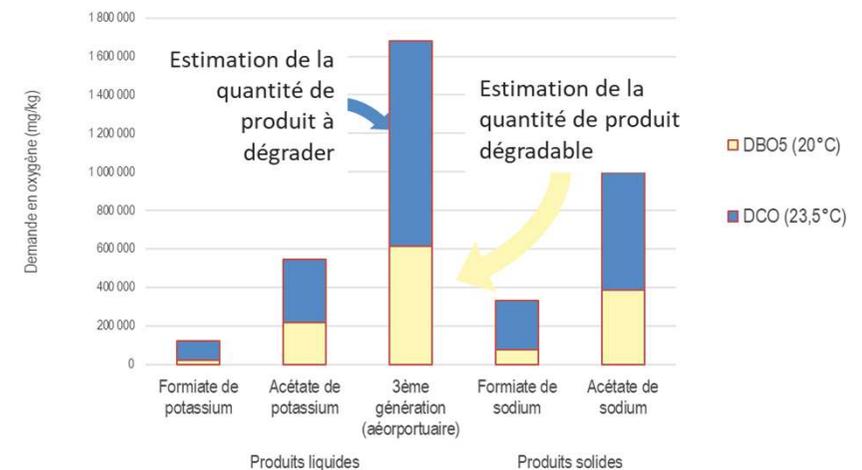
II-IMPACT DES PRODUITS DE VIABILITÉ HIVERNALE

- **Tous les produits épandus ont un impact sur différents compartiments environnementaux** (eau, biodiversité, végétation, sol)
- Les impacts du chlorure de sodium sont parmi les plus étudiés (utilisation plus courante)
- **Les impacts des autres produits doivent encore être étudiés** (grande variété)
- Ces impacts dépendent de la nature des fondants (inorganique, organique)

Biodégradabilité (test non valable sur les chlorures)

21 produits étudiés	Produits liquides			Produits solides		Biodégradabilité (Rapport DCO / DBO ₅)
	Formiates de potassium	Acétates de potassium	3 ^{ème} génération	Formiates de sodium	Acétates de sodium	
	8,33	1,52	1,83	3,28	1,59	

Difficilement biodégradable DCO / DBO ₅ > 3
Biodégradable avec une biomasse sélectionnée 2 < DCO / DBO ₅ < 3
Facilement biodégradable DCO / DBO ₅ < 2



⇒ **Risque d'asphyxie du milieu**

III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Pertes en sel



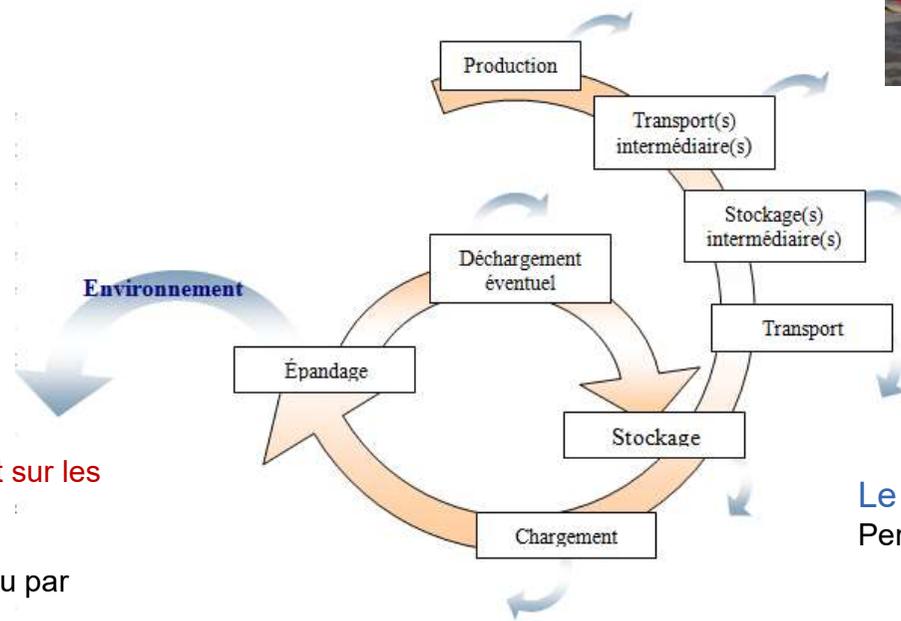
L'épandage

- ✓ 5 à 20% du sel est **directement sur les accotements**
- ✓ 95% du sel épandu atteint les accotements par ruissellement ou par projection



Le stockage

Pertes entre 5 et 8% pour les stocks non-couverts



Le chargement

Pertes entre 50 à 100 kg/épandeuse



Le lavage des épanduses :

Pertes entre 25 et 100 kg/épandeuse

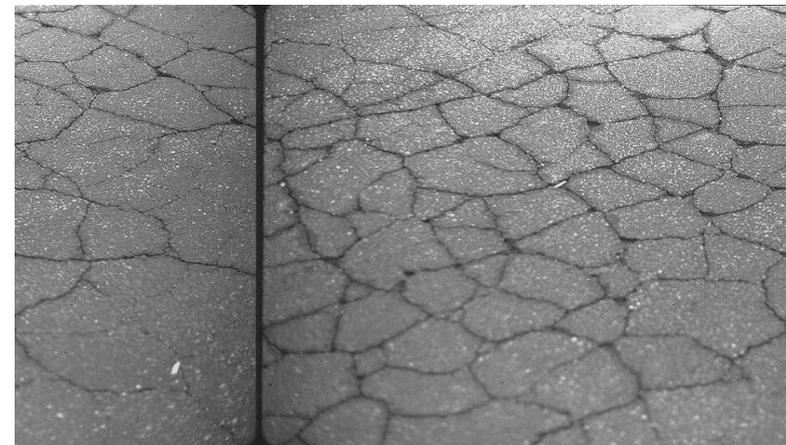
III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Impact sur les infrastructures

Impact sur les chaussées

- **Dégradation des chaussées essentiellement liée aux chocs thermiques et au trafic**
 - Phase de gel/ dégel (vieillissement des couches de roulement)
 - Chocs thermiques en traitement curatif (chaleur latente de fusion de la glace)
 - Maintien d'une humidité sur la chaussée en hiver

Pas d'impacts connus du NaCl sur les revêtements bitumineux



III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Impact sur les infrastructures

Impact sur le béton

- Ecaillage des revêtements béton
- Éclatement du béton armé suite à la pénétration des ions chlorure
- Formation d'ettringite

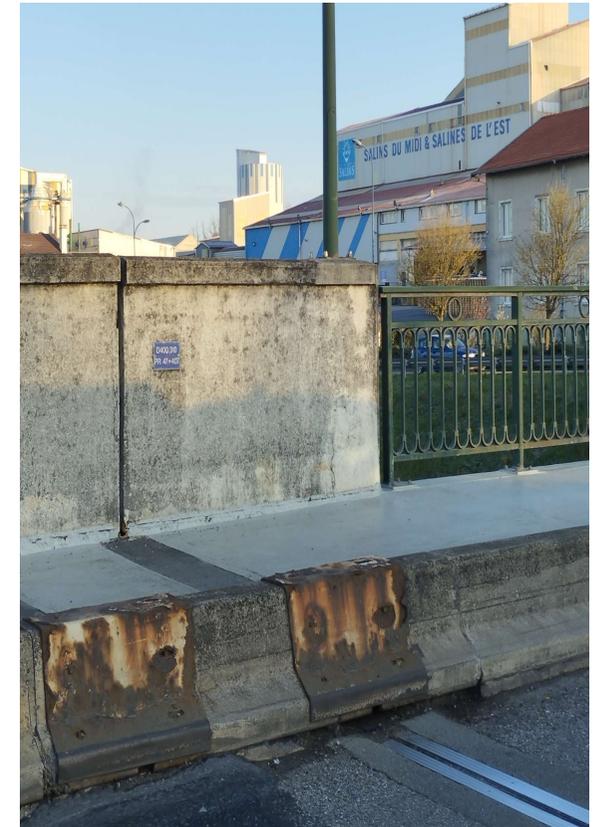


III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Impact sur les infrastructures

Impact sur les métaux

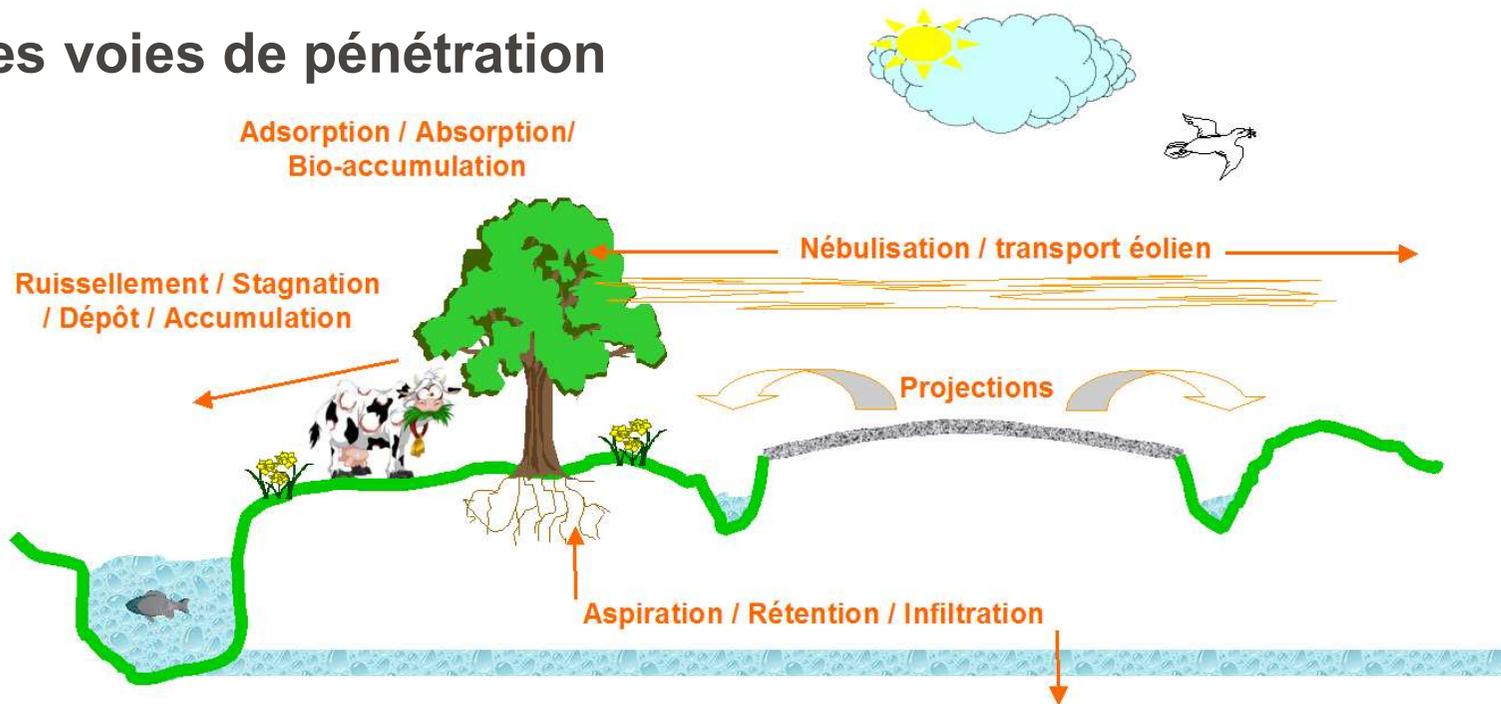
- Corrosion des éléments métalliques des ouvrages d'art
- Corrosion des épandeuces et des engins porteurs
- Corrosion des véhicules



III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Impact sur la faune et la flore

Les différentes voies de pénétration



Comportement du NaCl dans l'environnement :

Cl⁻ : Très soluble, mobile, non volatile, ne précipite pas, ne se fixe pas (ou peu) aux particules du sol = comportement conservateur, suit le cycle de l'eau sans retard

Na⁺ : Soluble, mobile, se fixe facilement aux particules du sol

III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Lacs et terres humides

- **Augmentation de la teneur en Cl⁻**
- **Augmentation du pH**
- **Modification** de l'abondance relative des diverses espèces de micro-algues et de macro-invertébrés
- **Stratification**

Accumulation de l'eau chargée dans le fond du lac

↳ Pas de brassage saisonnier

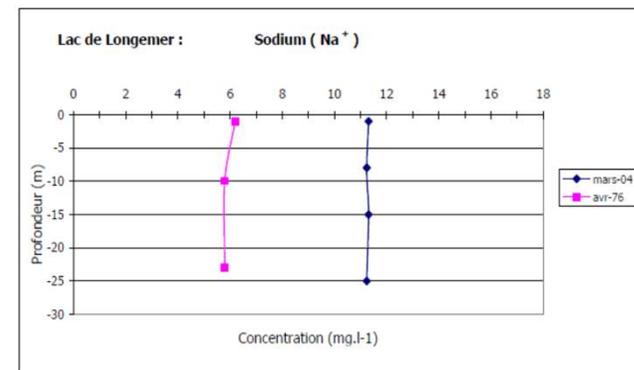
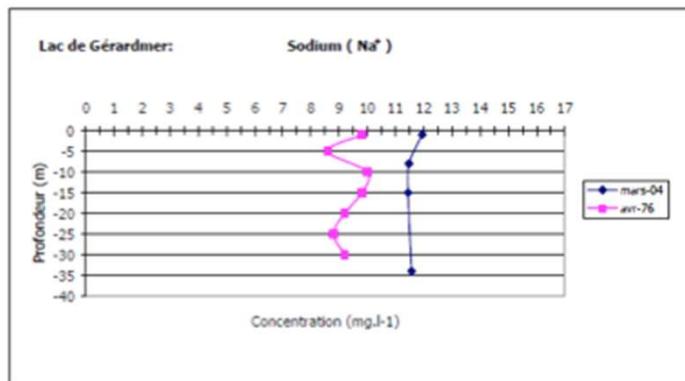
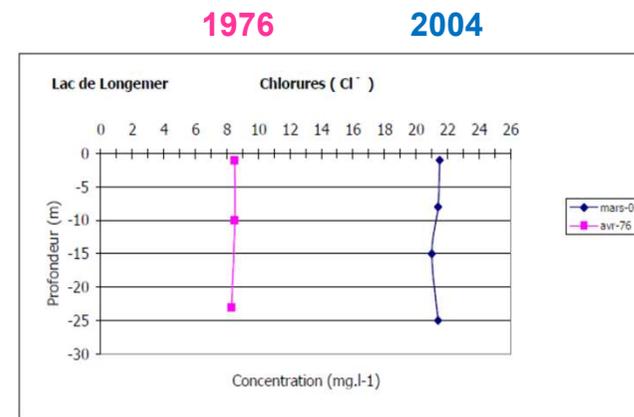
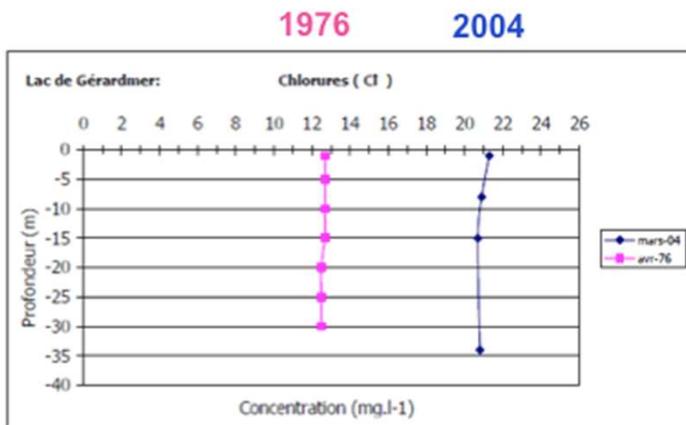
↳ Diminution de: l'O₂ + T°C + Nutriments

↳ Désorganisation de l'écosystème



III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Lacs et terres humides: Exemple des lacs de Gérardmer et Longemer (Vosges)

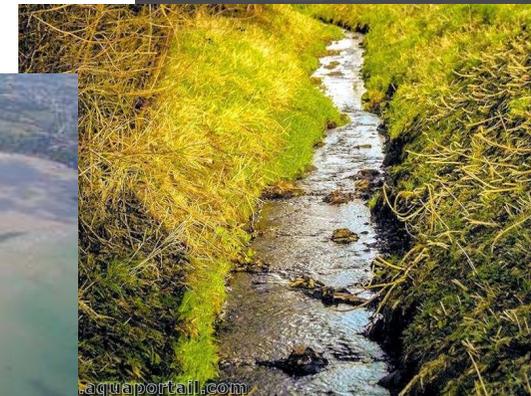
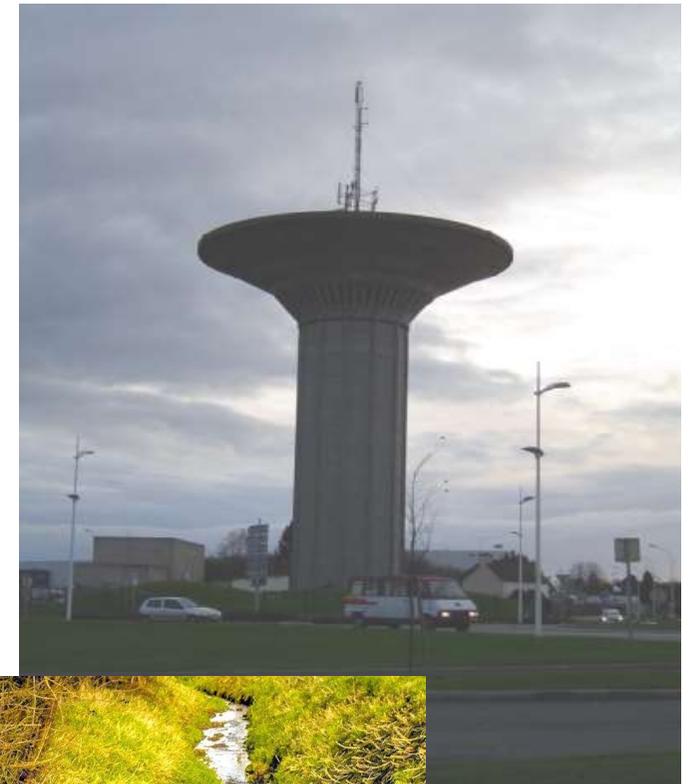


Facteur 2 à 2,5 en 28 ans !!!

III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Rivières et ruisseaux

- **Augmentation de la teneur en chlorures :**
 - ✓ Diminution de la densité des algues et de la population fongique
 - ✓ Augmentation de la densité des bactéries
 - ✓ Modifications du nombre de la plupart des taxons invertébrés examinés



III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Les sols

- Modification des caractéristiques physico-chimiques :
 - ✓ augmentation du pH
 - ✓ augmentation de la salinité
 - Modification de la structure du sol :
 - ✓ Effritement de la structure
 - ✓ Réduction de la perméabilité à l'air et à l'eau
- milieu hostile à la croissance des plantes + érosion du sol favorisée



Photo: Stadtgärtnerei Basel

III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Sur la flore terrestre : selon la sensibilité des espèces



Effet de la concentration en sel sur le développement d'*Acer campestre*



Effet de la concentration en sel sur le développement de *Fraxinus excelsior*

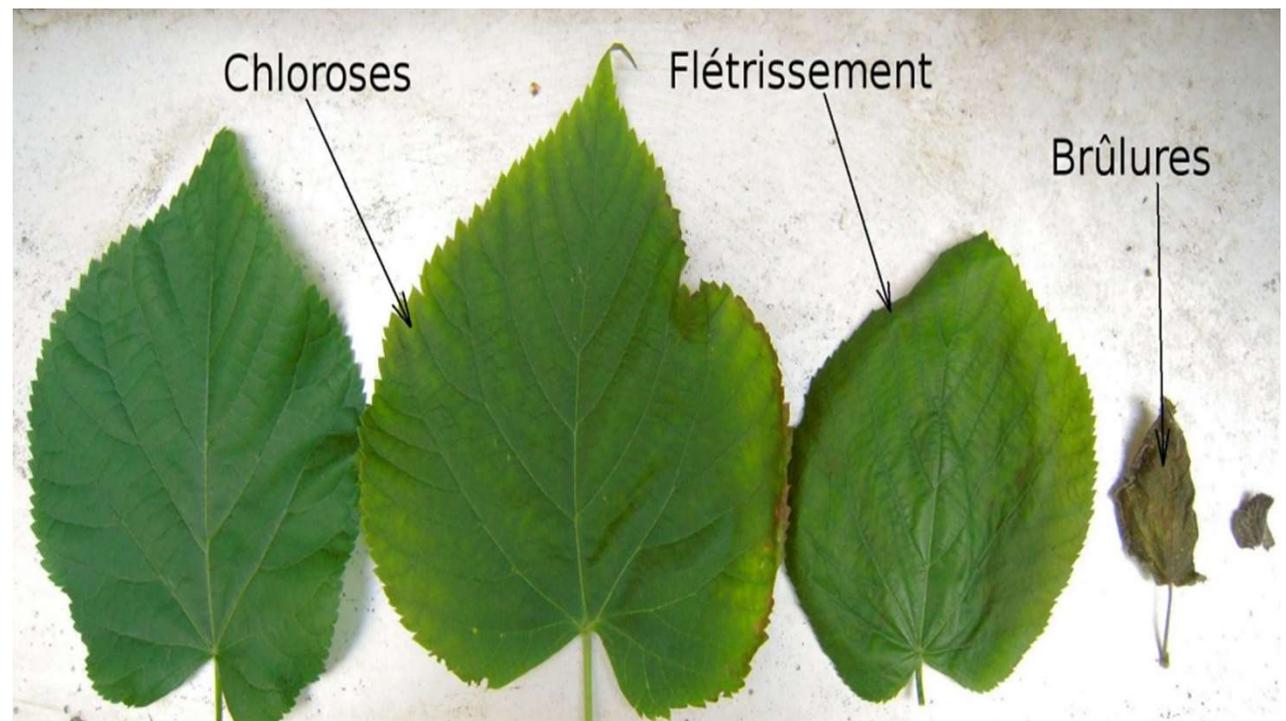


Effet de la concentration en sel sur le développement de *Tilia cordata*

III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Sur la flore terrestre

- Diminution de la taille des feuilles
- Un flétrissement
- Brûlure et apparition de nécroses.
- Déshydratation



État des feuilles de tilleul en fonction de la concentration en sel

III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Sur les vertébrés terrestres

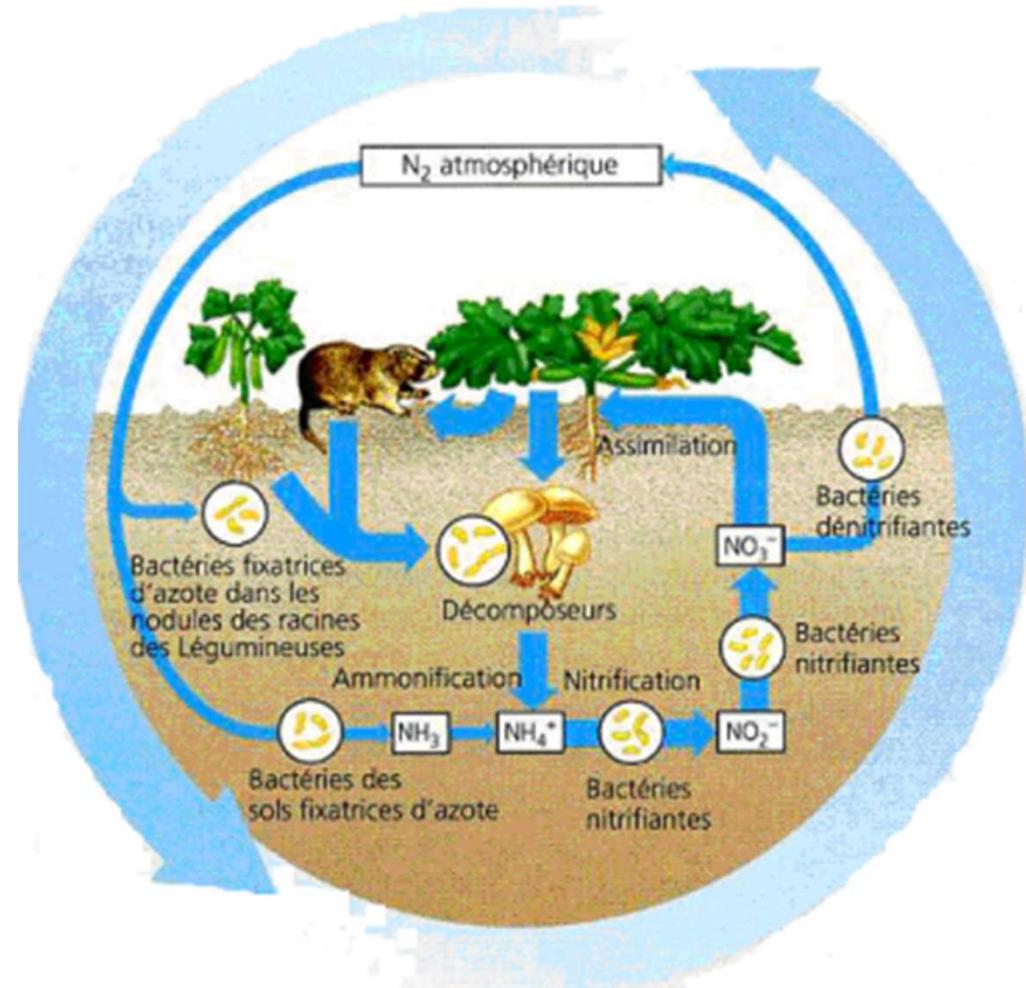
- Les animaux ont besoin de sel
- Augmentation du nombre de collisions entre la faune et les véhicules



III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Sur les microorganismes

- Disparition des bactéries
- Modification du processus de décomposition de la matière organique
- Répercussion sur le cycle d'Azote



III-IMPACT DU SEL SUR L'ENVIRONNEMENT

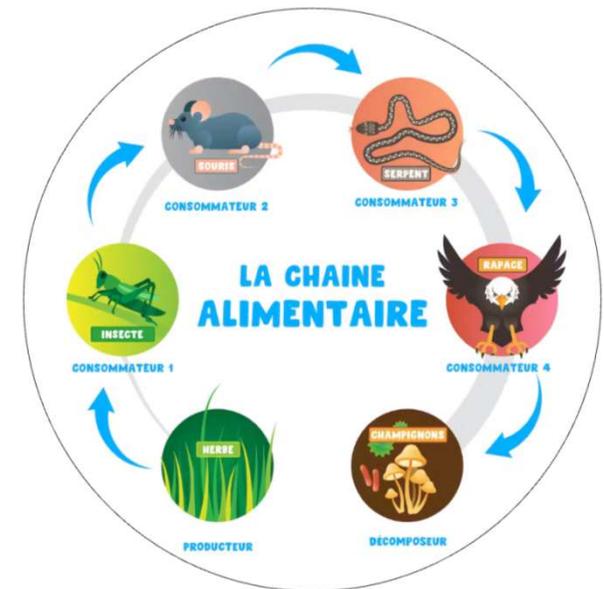
Conclusion

Excès de sel = perturbations sur le long terme sur les écosystèmes

Sur les espèces



Sur la chaîne alimentaire



Sur leurs milieux



CONCLUSION

- La **viabilité hivernale** a un impact mais est **nécessaire** pour assurer le transport des biens et des personnes et leur sécurité
- Les impacts les plus connus sont ceux liés à l'utilisation du sel
- Identifier ces impacts, c'est déjà identifier des leviers pour les réduire
 - Dans l'esprit du « moins on en met, moins c'est pénalisant » (*ce qui vaut également pour les autres produits*)
 - Ils sont nombreux, variés

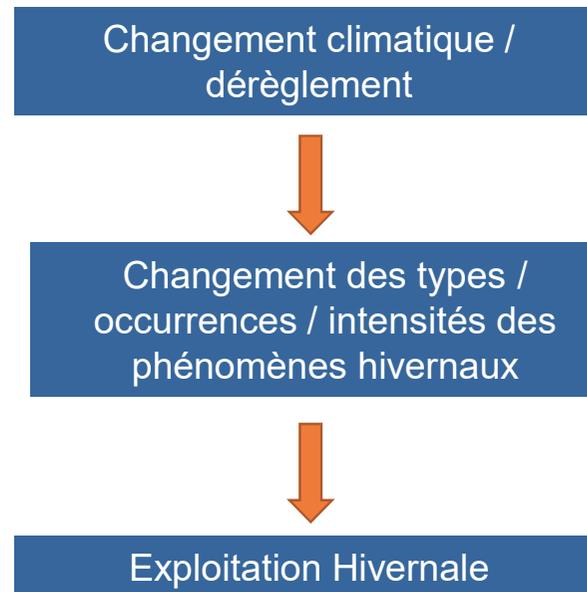
Atténuation

Réduction des consommations d'énergie fossile :

- Favoriser les productions locales (transport),
- Être vigilant sur l'énergie nécessaire à la production des produits
- Prioriser l'entretien des voies dédiées aux modes doux (transfert de trafic)
-

Préservation des ressources:

- Favoriser l'utilisation de la saumure,
- Etalonner / Régler les matériels,
- Mettre à l'abri le stock
- ...



Modification de la réponse

- Favoriser les stratégies préventives
- Mesure de gestion de trafic (ex: inciter au télétravail)
- Changer de modèle organisationnel
- ...

Adaptation

MERCI !

STÉPHANIE GAUDÉ

Experte Viabilité Hivernale
Cerema
Laboratoire de Nancy

Stephanie.gaude@cerema.fr



Club CTT

Gérer les extrêmes : Regards croisés Viabilité Hivernale et Ilots de Chaleur

Tomblaine – 6 septembre 2023

