

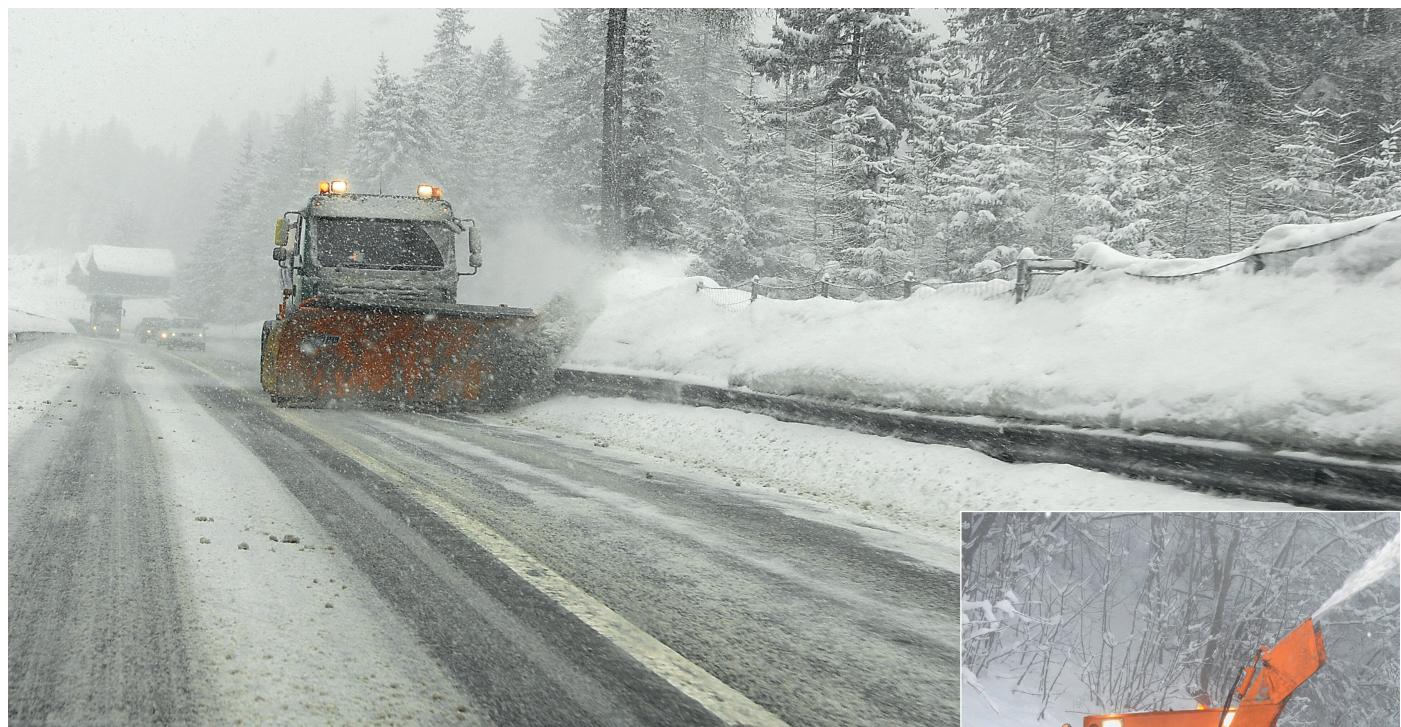
## SANTÉ DES ARBRES

## Les effets du sel et comment y remédier

Le sel de déneigement est néfaste pour les arbres et les haies bordant la voie publique. Les mesures préventives des forestiers et des services des parcs et promenades atteignent leurs limites.

Il reste toutefois un potentiel d'amélioration du côté de la voirie hivernale.

Par Ruedi Zuber \*



Photos: Service des ponts et chaussées du canton des Grisons

*Le sel commence par transformer la neige en bouillie, que le chasse-neige évacue vers le bord de la chaussée. Plus tard (à d.), une fraise à neige se charge, le cas échéant, d'envoyer une partie de ce mélange plus loin encore, «dans la nature».*

Le sel de déneigement est un des principaux facteurs de dommages aux arbres et aux haies qui bordent les routes, les chemins et les places. Les mesures préventives des gardes forestiers et des services des parcs et promenades atteignent leurs limites. Du côté de la voirie hivernale, en revanche, il subsiste un grand potentiel d'amélioration, que ce soit par la mise en œuvre systématique de concepts de service hivernal, par la formation du personnel ou par le recours à des moyens d'épandage plus modernes.

Le service hivernal est une tâche des autorités qui a pour but la sécurité des

usagers des routes et chemins publics. Il s'agit notamment, en cas de neige, de gel ou de verglas, de réduire au minimum les risques de dérapage et de glissade. Les accidents résultant d'un défaut d'entretien sont en effet à la charge du propriétaire de l'ouvrage (art. 58 CO).

L'augmentation du trafic et des déplacements accroît les exigences à l'égard des infrastructures publiques et il devient toujours plus difficile d'y répondre. En Suisse, ces dernières années, on a répandu en moyenne, par hiver, la quantité astronomique de 300 000 à 350 000 tonnes de sels de déneigement – principalement du chlorure de sodium (NaCl). Selon les lieux et les conditions météorologiques, cela correspond à un total hivernal de 100 à plus de 1000 grammes de NaCl par mètre carré de chaussée.

Comme tant d'autres activités humaines, l'épandage de sel a un impact défavorable sur l'environnement. Les dommages occa-



sionnés aux revêtements et aux ouvrages en béton et en acier se montent en Suisse à 5 à 6 milliards de francs par an. Il faut y ajouter les dégâts de corrosion aux véhicules, qui se comptent en centaines de millions de francs. Les conséquences directes pour les eaux ne se laissent pas quantifier. Il faudrait comptabiliser non seulement les effets écologiques, mais aussi les frais engagés pour la dérivation des eaux des routes, le rinçage des canalisations et les dispositions nécessaires au bon fonctionnement des stations d'épuration.

\* Ruedi Zuber est ingénieur forestier EPFZ. Il dirige le Bureau de conseil et de planification forestière (Büro für forstliche Beratung und Planung), Teuchelweg 2, 7000 Coire  
ruedi.zuber@spin.ch  
Traduction: Rémy Viredaz, Genève

Les impacts sur les arbres et les écosystèmes sont complexes et ne peuvent pas être estimés avec précision. Une étude comparative menée à Bâle a montré que les arbres en situation favorable vivaient nettement plus longtemps (en moyenne 100 ans) qu'en situation défavorable (60 ans), mais que les frais d'entretien étaient les mêmes en moyenne annuelle. Cela tient au fait que les arbres âgés réclament plus d'interventions telles qu'élagage et suppressions de dangers. Cependant, ces calculs ne considèrent pas la diminution des prestations écologiques des arbres malades ou dépréssants, ni la baisse de leur valeur immatérielle aux plans culturel, esthétique ou urbanistique. Rien pour compenser la perte de prestations écologiques, il faudrait non seulement remplacer les arbres endommagés par le sel, mais aussi en planter des centaines d'autres, ce qui impliquerait d'énormes frais.

Dans la pesée d'intérêts, il faut mettre en balance les frais totaux du service hivernal et ses impacts négatifs sur l'environnement d'un côté, les effets positifs pour notre société et notre système économique de l'autre.

## La dispersion du sel dans l'environnement

S'il est épandu à sec, comme on le fait encore très souvent, seule une partie du sel reste sur la route. Une très grande quantité est soufflée par le vent ou par les véhicules, et retombe sur les surfaces environnantes, les arbres et les buissons, sous forme soit de poudre, soit d'aérosols (particules en suspension dans l'air humide).

Le sel qui reste sur la chaussée (après épandage à sec ou humide) forme un mélange avec la glace et la neige. Ce sel se dissout en partie et est évacué avec les eaux de fonte par les systèmes d'écoulement; il est entraîné dans les eaux de surface, où il se dilue, ou bien il est dérivé dans une canalisation menant à un bassin de décantation ou à une station d'épuration.

Une autre partie «gicle» sur les côtés au passage des véhicules, et ces embruns retombent sur la végétation au sol et sur les arbres qui bordent la route.

La neige salée poussée de côté par les chasse-neige est aussi très nocive. Par elle, le sel touche les feuilles, les rameaux et l'écorce, ou s'infiltra dans le sol après le dégel.

Les fraises à neige ou souffleuses interviennent lorsqu'il faut évacuer de grandes quantités de neige. Loin des yeux, loin du cœur, dit le proverbe, mais la neige chargée de sel ne s'en retrouve pas moins dans la nature. Cette méthode s'utilise avant tout dans les quartiers d'habitation, riches

## La tolérance au sel des végétaux est relative



Dégâts apparents sur des arbres d'allée, exposés des années aux méfaits du sel.

Parmi les végétaux, on appelle glycophytes ceux qui ne se trouvent pas naturellement sur des substrats salins et halophytes ceux qui sont adaptés aux milieux salés. Ils se différencient essentiellement par leur niveau de tolérance à l'égard de fortes concentrations de sel. Les mécanismes d'adaptation sont au fond les mêmes, mais les halophytes s'adaptent vite et supportent une salinité extrême, tandis que les glycophytes s'adaptent peu à peu et finissent par tolérer une salinité modérément élevée. Il n'y a pas de frontière nette et tous les degrés existent entre l'extrême vulnérabilité et l'extrême tolérance.

Tous les arbres et arbustes climatiquement possibles dans nos agglomérations – et

bien sûr aussi tous ceux qui poussent naturellement dans nos forêts – font partie des glycophytes. La tolérance au sel dépend des essences. Mais il existe aussi des différences génétiques au sein de chaque espèce. Une sélection au niveau des semences n'est guère réalisable étant donné la grande durée de vie des arbres, sans compter que chaque graine possède sa propre combinaison de gènes. Cependant, d'autres méthodes, telle la multiplication végétative au moyen de boutures, ont donné certains résultats.

Une véritable résistance au sel n'existe pas, du moins chez les glycophytes. Le degré de tolérance dépend de la «santé» individuelle (constitution) de chaque plante et de son milieu, entre autres facteurs.

en haies et en arbres, mais aussi sur les routes de montagne hors des localités, où la chaussée est étroite.

Après leur épandage mécanique, les sels de déneigement se répandent dans l'environnement par différentes voies et nuisent à la végétation, aux sols et aux eaux (source: Brod, H. G., 1993).

et surtout cela dérègle le métabolisme et détruit des structures cellulaires. Les dommages les plus importants, après atteinte de tout le système, sont le brunissement des bords des feuilles et la nécrose de celles-ci. C'est en effet dans les bords des feuilles que l'on observe les plus fortes concentrations de sel.

## Effets du sel sur les plantes et les sols

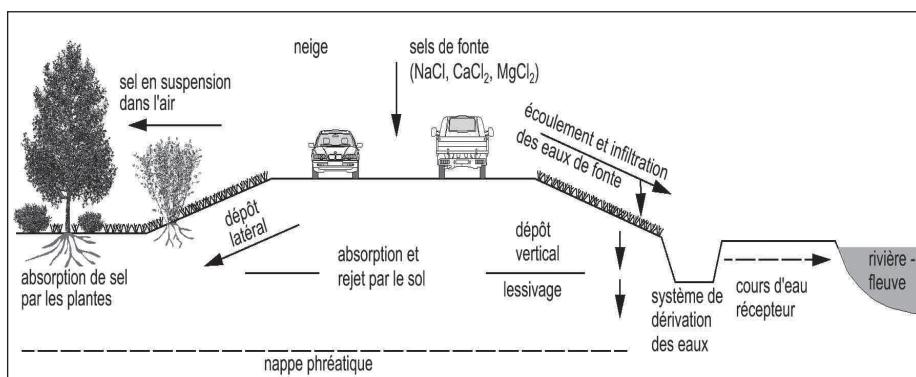
Les sels entrés en contact direct avec les arbres passent dans les tissus végétaux et perturbent le métabolisme. Le dessèchement et la brûlure des tissus se manifestent par un brunissement des aiguilles et des feuilles, qui ne seront cependant visibles qu'au printemps et en été.

L'apport de sel dans le sol en modifie la structure, qui devient plus compacte. Les ions sodium et chlorure dissous dans le sol aboutissent dans la végétation par voie indirecte. Ils sont absorbés par les racines et dérèglent l'équilibre nutritif. Cela produit en outre un stress hydrique,

## Le cycle fatal du sel

Dans un milieu fortement pollué par le sel, les ions salins sont omniprésents, arrivés par différentes voies:

- lessivage superficiel des aiguilles et des feuilles
- lessivage des tissus des feuilles
- transport au sol lors de la chute pré-maturée des feuilles
- transport dans les organes de stockage (bourgeons, rameaux, troncs, racines) avant la chute automnale des feuilles
- transfert dans la solution nutritive suite à la décomposition des feuilles tombées



Les «chemins de fonte» du sel en direction de l'environnement. Dans le courant de la fonte, le sel est déplacé mécaniquement et s'en va contaminer l'environnement en suivant plusieurs voies. Il endommage les plantes, les sols et pollue l'eau (d'après Brod, H.G. 1993).

- nouveaux apports directs dans le sol suite au salage (sel soufflé par le vent, embruns des véhicules, action des chasse-neige, eau de fonte)
- stockage dans la solution du sol
- adsorption sur les particules du sol
- absorption par les racines
- transport par les vaisseaux jusque dans les aiguilles et les feuilles.

Le sel passé sous forme dissoute dans l'écosystème (le substrat, la végétation accompagnante, l'arbre) ne s'élimine que partiellement (notamment par lessivage du sol). La majeure partie y reste, dans une quantité qui s'accroît chaque hiver. Les arbres ne parviennent jamais à se rétablir complètement et subissent un stress permanent.

Les sels produisent à dose chaque année plus forte un cycle délétère entre les houppiers, le sol et les racines. Ils s'accumulent en hiver dans les bourgeons et les rameaux, les ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> passent des feuilles dans les racines et remontent avec la sève. Le cycle se répète année après année, augmentant à chaque fois la teneur en sel jusqu'à atteindre des concentrations létales.

Les dégâts aux arbres sont très visibles aux endroits soumis à un salage intensif, par exemple près des arrêts de bus et des passages piétons, ou le long des sections mal ensoleillées des routes de montagne.

## Impossible de définir des valeurs limites

La répartition des quantités de sel entre les différents milieux concernés (végétaux, eaux d'écoulement, sol, etc.) est difficile à quantifier. De même, il est impossible de généraliser les concentrations mesurées dans le sol ou sur les feuilles et les aiguilles. Même les feuilles sans signes extérieurs de dégâts peuvent présenter des teneurs élevées en sel. Les concentrations ne sont du reste pas directement liées aux quantités

de sel épandues l'hiver précédent. C'est le système dans son ensemble qui est affecté: les sels s'accumulent sur plusieurs années et parcourent un cycle entre le sol et la couronne des arbres. D'autre part, les sels sont mobilisés dans la matrice du sol et percolent en direction de la nappe phréatique.

Les gaz d'échappement, la poussière, les pluies acides, la sécheresse et les premiers signes du réchauffement climatique sont autant de facteurs cumulatifs de stress pour les arbres, auxquels le sel vient encore s'ajouter.

## Lutte contre les dégâts de sel

La gamme des essences possibles pour le verdissement urbain est très réduite. Les critères comprennent la biodiversité, la station, les possibilités de soin, l'esthétique, l'effet sur la population. Il faut en outre tenir compte de la sensibilité aux pathogènes et aux polluants, de la tolérance à la sécheresse et de la capacité d'adaptation au réchauffement du climat. Les néophytes invasives sont évidemment à exclure. Pour les arbres des forêts, le choix est encore plus étroit, puisqu'il faut pratiquer une sylviculture proche de la nature tout en minimisant les risques. Seules entrent donc en considération des essences endémiques à la station, ou tout au moins adaptées à celle-ci.

Il faut évidemment éviter ou diminuer le plus possible toute sorte de stress pour les arbres en milieu urbain. La fumure sert avant tout à éviter des carences et donc à renforcer la vitalité de l'arbre, mais elle n'est en aucun cas un remède à l'excès de sel.

Une vaste compilation de la littérature sur le sujet a montré qu'il subsiste un grand potentiel d'amélioration du côté de la voirie hivernale dans les moyens d'éviter les dégâts de sel. Tout d'abord, il importe de veiller au bon réglage de la

quantité de sel dans des situations sans cesse changeantes. Trop de sel peut aussi être contreproductif pour les usagers et grossit inutilement les frais. Et si la chute de neige a été abondante, le salage est un non-sens, car ce n'est pas une couche de neige fondante qui va améliorer la tenue de route. Dans un tel cas, c'est le déneigement mécanique qui a la priorité absolue. Cette règle ne vaut pas seulement pour le chlorure de sodium (NaCl), le plus utilisé, mais aussi pour d'autres sels de déneigement comme le chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>) ou le chlorure de calcium (CaCl<sub>2</sub>).

## Bibliographie:

Brod, H.G. (1993) Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – bast. Verkehrstechnik Heft V2).

Zuber, R.: 2013. Sel de déneigement: effet sur les arbres d'alignement. Fiche technique de l'Union suisse des services des parcs et promenades (USSP). 12 p., téléchargeable sur: [www.vsg.ch/documents/Sel\\_de\\_deneigement\\_effets\\_sur\\_les\\_arbres\\_d-alignement\\_2013\\_F\\_L.pdf](http://www.vsg.ch/documents/Sel_de_deneigement_effets_sur_les_arbres_d-alignement_2013_F_L.pdf).

Zuber, R.: 2013. Streusalz: Auswirkungen auf die Stadtbäume und Gegenmaßnahmen. Literaturstudie. Rapport mandaté par l'USSP. 96 p. (avec bibliographie).

## Cinq mesures efficaces pour réduire les épandages

Les principales mesures propres à réduire les quantités de sel sont celles-ci:

- un service différencié, adapté à chaque catégorie de routes, sur la base d'un «concept de service hivernal»;
- l'optimisation de la technique d'épandage et un dosage adapté à chaque situation, ce qui implique l'équipement adéquat du parc de machines ainsi que la formation et l'instruction du personnel, y compris à l'épandage de sel humide et à celui de liquide (saumure);
- l'épandage préventif au bon moment avec la bonne méthode;
- le choix d'autres produits que le sel pour les routes peu fréquentées, les pistes cyclables, les chemins piétonniers, ou même l'absence de déneigement dans certains cas dûment signalés;
- une réorientation dans la manière de confier le service d'hiver à des entreprises privées, en ne les rémunérant plus d'après la quantité de produit utilisé, mais de manière globale d'après l'amélioration obtenue de la viabilité (selon le concept), avec un usage économique des produits.