

SEL DE DEGIVRAGE ET ENVIRONNEMENT ROUTIER - STRATEGIES POUR ANALYSES D'IMPACT

Göran Blomqvist

Swedish National Road and Transport Research Institute, SE 581 95 Linköping, Sweden
TEL. +4613204171/FAX +4613204145

1. Résumé

La société a besoin de maintenir la sécurité routière et l'accessibilité au réseau routier à des niveaux acceptables pendant la saison d'hiver. L'utilisation de chlorure de sodium comme moyen de dégivrage peut résulter en plusieurs impacts sur la santé humaine et sur la nature, tels que par exemple les dommages causés aux ressources en nappes phréatiques et en végétation. La question de savoir si les objectifs politiques d'accessibilité, de qualité et de sécurité des transports peuvent être satisfaits tout en parvenant au but d'un environnement correct, doit être considérée comme une matière délicate qui révèle un conflit d'intérêts.

Pour permettre d'évaluer les contre-mesures prises pour éviter les impacts indésirés, le système nécessite d'être surveillé à l'aide d'indicateurs à plusieurs niveaux du système. Un cadre intégré d'évaluation qui convient à de telles évaluations est l'approche DPSIR. Elle est notamment utilisée par l'Administration nationale suédoise de la protection de l'environnement pour le suivi des objectifs de qualité environnementale en Suède. Cette structure indique qu'il y a une relation de cause à effet entre le besoin sociétal de transport comme force motrice (D) du système, par la pression (P) représentée par l'exposition des bordures routières au sel, vers un état altéré (S) de l'environnement des bordures de route résultant en différentes sortes d'impact (I), ce qui peut nécessiter une certaine forme de réponses de la part de la société (R).

Dans la plupart des cas, il est important de définir des indicateurs utiles dès que possible dans le système, spécialement lorsque l'impact sur l'environnement est retardé dans le temps, comme c'est par exemple le cas pour la contamination des ressources en nappes phréatiques. Dans ce cas, un avertissement pourrait être donné assez tôt.

En définissant des indicateurs adéquats aux différents niveaux du modèle DPSIR, celui qui est chargé de surveiller la route ne va pas seulement renforcer la compréhension scientifique des conséquences écologiques, mais il augmente aussi ses possibilités de prendre des mesures appropriées pour améliorer la durabilité du système et finalement d'accroître les connaissances sur l'utilité pour l'environnement des actions stratégiques prises.

2. Introduction

En juin 1998, le Parlement suédois a adopté une nouvelle politique de transports basée fondée sur la proposition du gouvernement "Politique de transport pour un développement durable" (1997). Le but global de la politique de transport est de définir un système de transport durable sur le plan écologique, économique, culturel et social. Le but global a été divisé en cinq sous-buts: un système de transport accessible, une qualité de transport élevée, une circulation sûre, un bon environnement, et un développement régional positif. En plus de tout cela, le Code Routier Suédois (1971, paragraphe 23) stipule que les routes doivent être maintenues dans un état satisfaisant par un entretien et d'autres mesures. C'est pourquoi, afin de maintenir la sécurité routière et l'accessibilité au réseau routier à des niveaux acceptables aussi pendant la saison d'hiver, les routes sont maintenues préservées de la glace et de la neige au moyen du déblaiement et en utilisant le dégivrage chimique. Les règlements d'entretien des routes en hiver en Suède (Exploitation 96..., 1996) prescrivent le chlorure de sodium comme le seul agent chimique de dégivrage autorisé. Malheureusement, la solution saline ne reste pas à la surface de la route où il devrait agir, mais au moyen de divers mécanismes il sera dispersé vers les accotements où il conduira à des conséquences indésirables pour l'environnement (Blomqvist, 1999; Thunqvist, 2000). La question de savoir si les buts d'accessibilité, de qualité et de sécurité du transport peuvent être atteints en même temps que le but d'un bon environnement, doit cependant être considérée comme un délicat problème de conflits d'intérêts.

L'Administration Nationale des Routes de Suède (A.N.R.S) est responsable de l'entretien hivernal des routes, comprenant environ 98 000 km de routes nationales en Suède (Ölander, 2000). Vingt-cinq pour cent de l'affectation des fonds de l'A.N.R.S en ce qui concerne les opérations routières et l'entretien routier sont attribués aux travaux d'entretien routier hivernal, tels que le déblaiement de la neige et le dégivrage (Ölander, 2000). L'utilisation de sel de dégivrage sur le réseau de routes nationales a environ doublé depuis les années 70 et a varié pendant les six dernières saisons entre 200 000 et 300 000 tonnes (figure 1).

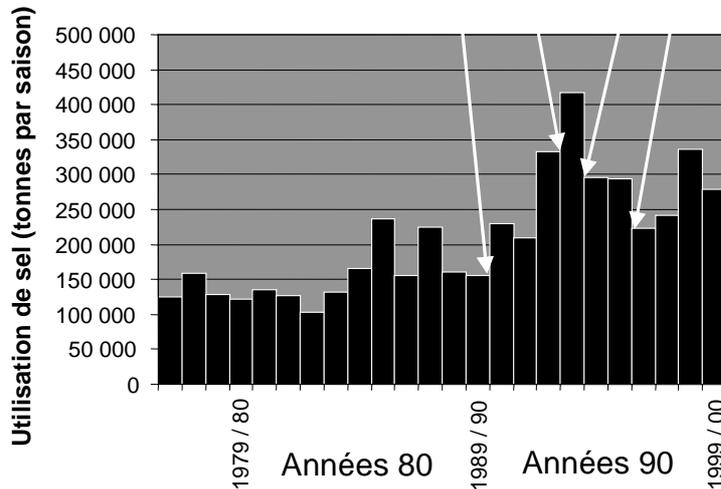


Figure 1 Utilisation Saisonnière De Sel Sur Le Réseau De Routes Nationales Suédoises (Tonnes Par Saison). Les Flèches Représentent Les Changements Dans les Règlements de l'Entretien Routier Hivernal des Dix Dernières Années. Avant Cela, L'Entretien Hivernal Était Régulé par des Plans Quinquennaux.

L'A.N.R.S a l'ambition d'améliorer constamment les exigences des règlements d'entretien des routes hivernales. C'est pourquoi les règlements ont changé plusieurs fois au cours des dix dernières années (figure 1). En 1996 une valeur limite de 200 000 tonnes de sel par an avait été fixée comme but à atteindre en l'an 2000 (Kretsloppsanpassad vägghållning... 1996). Ce but a réellement été atteint puisque l'utilisation de sel s'est chiffrée pour l'année civile 2000 à 196 700 tonnes (Pettersson, référence personnelle). Dans l'avenir, la stratégie utilisée pour diminuer l'utilisation du sel sera de mettre au point un index de sel qui permettra à l'utilisation réelle de sel d'être comparable à la quantité de sel rendu nécessaire par les conditions météorologiques pendant tout l'hiver (Ölander, référence personnelle). De cette façon, les actions des entrepreneurs peuvent être mises en relation avec les exigences des règlements.

Un point de vue important lorsqu'il s'agit de prendre des décisions dans le secteur routier est qu'il faut s'assurer que les fonds délimités soient attribués pour obtenir le meilleur résultat en ce qui concerne les différentes contraintes qui s'y rapportent (Robinson et al., 1998). La connaissance des différentes interrelations au sein du système est par conséquent de grande importance. Depuis 1999, le Code Suédois de l'Environnement (1998, chapitre 2, 2ème partie) établit que ceux qui poursuivent une activité ou prennent une mesure ou ont l'intention de la prendre, doivent posséder les connaissances nécessaires en ce qui concerne la nature et le but de cet activité ou des mesures afin de protéger la santé humaine et l'environnement des dommages et des détriments. Après des décennies de recherches, nous sommes cependant encore confrontés au problème des impacts sur l'environnement de l'usage de sel de dégivrage pour la viabilité hivernale des routes. Les règlements de la viabilité hivernale des routes ont changé quatre fois pendant les années 90 (figure 1) mais, puisque nous n'avons pas d'indicateurs utiles sur la pression de l'environnement, les conditions et les impacts, nous ne connaissons pas encore l'utilité de ces changements pour l'environnement. L'objectif de cette étude est de décrire le système d'opérations de dégivrage et de leurs conséquences sur l'environnement comportant une référence spéciale à l'exposition au sel de l'environnement des bordures de route et aux dommages causés aux jeunes plantes d'épicéa de Norvège. L'objectif est aussi de décrire un

système de surveillance et de discuter l'importance d'indicateurs pour le suivi, ce qui augmentera finalement les connaissances sur l'utilité pour l'environnement des actions entreprises par le gestionnaire de la route.

3. Description du système

Une compréhension complète de tout le système n'est probablement pas possible, mais en simplifiant le système du monde réel et en faisant un modèle pour commencer, on peut acquérir une compréhension conceptuelle de tout le système.

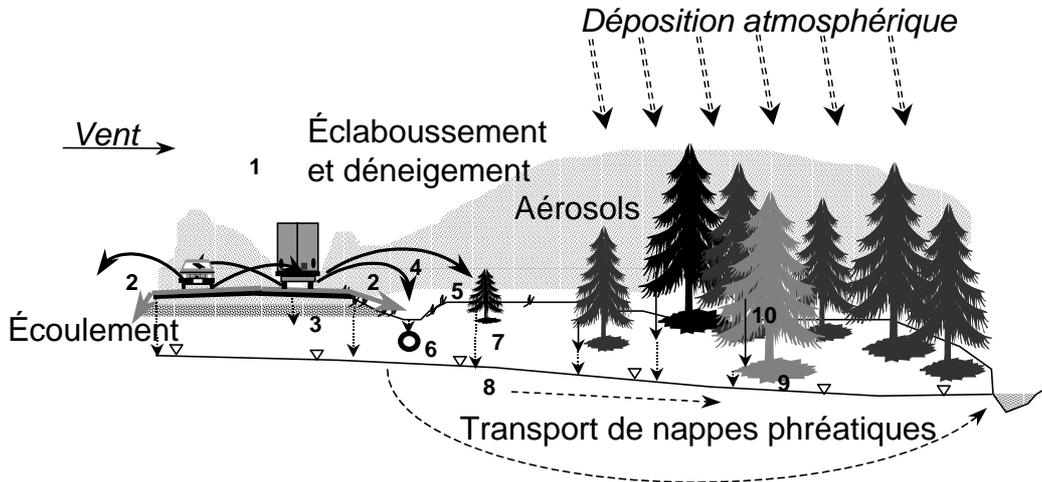


Figure 2 Un Modèle Conceptuel Des Mécanismes de Transport Et Des Itinéraires À Partir De La Route.

Le système de sel de dégivrage peut être décrit de différentes façons. Ceci peut s'illustrer par exemple par la figure ci-dessus (figure 2) montrant les mécanismes de transport et les itinéraires à partir de la route, ou comme un modèle de boîte divisée en plusieurs cases comme on le voit ci-dessous (figure 3). Le sel de dégivrage est soit transporté à travers les cases soit accumulé au sein des cases.

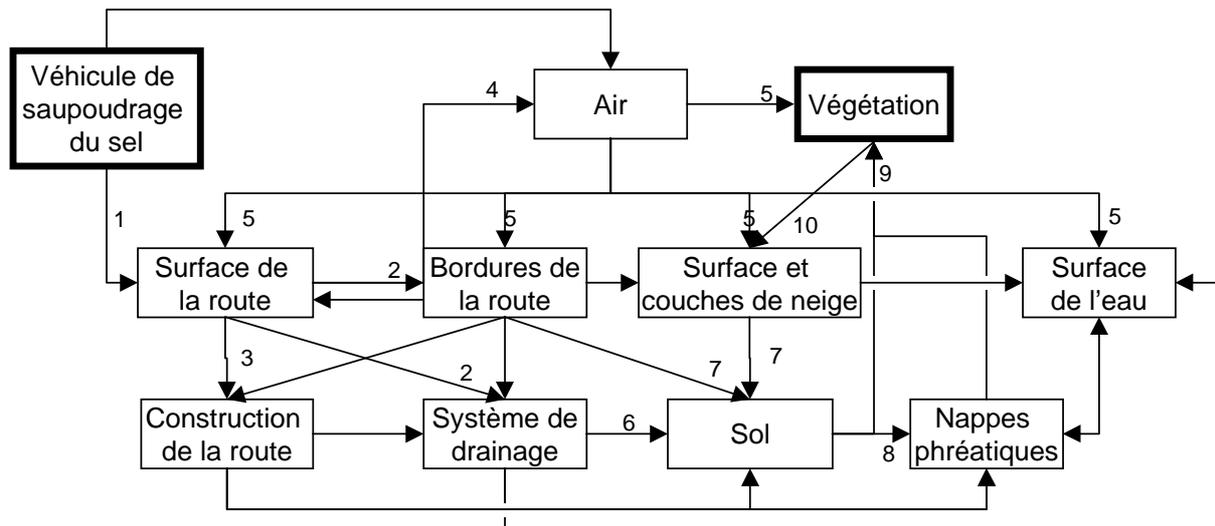


Figure 3 Un Modèle Par Compartiments Du Système Physique du Transport Du Sel De Dégivrage À Partir Du Véhicule Menant Les Actions de Dégivrage Vers Les Compartiments Sités Sur, Dans, Ou Autour De La Route Qui Sont Impliqués Dans Le Transport Ou L'Accumulation Du Sel De Dégivrage. Les Cases Représentent Les Compartiments Par Lesquels Le Sel De Dégivrage Passe Ou – Dans Une Certaine Mesure – Est Retenu Ou Accumulé. Les Flèches Représentent Les Mécanismes qui Régissent Le Transport Du Sel De Dégivrage, Tels Que: Déposition, Écoulement, Infiltration, Filtrage, Et Absorption Par Les Racines.

Le véhicule de dégivrage applique le sel sur la surface de la route¹. C'est l'action qui est à l'origine de tout le système. Le sel va ensuite quitter de lui-même la surface de la route (par la pesanteur) ou par l'action de la circulation des façons suivantes. Par écoulement², le sel va atteindre la bordure de route ou les systèmes de drainage. Certaines parties peuvent s'infiltrer³ dans la surface de la route et atteindre l'intérieur de la construction de la route. En étant refoulé dans l'air par les véhicules ou par le déblaiement, le sel quitte la route sous forme d'éclaboussements, d'aérosols ou de cristaux solides qui se déposent sur la surface de la route ou sur les bordures de route (recouvrement des bordures de route, fossés) de la technosphère ou sur la végétation, la surface du sol, la couche de neige ou les eaux de surface de l'écosphère environnante. En laissant le système de drainage ou en s'écoulant depuis les bordures de route ou la surface du sol à travers le sol, la solution de sel peut atteindre les nappes phréatiques. Là où la solution de sel et les nappes phréatiques sont en contact avec la zone de racines de la végétation, une absorption de sel peut se faire par l'intermédiaire des racines. Une partie du sel déposé sur le feuillage, les troncs et les branches de la végétation va pénétrer à l'intérieur de la plante, mais une large portion va être transportée sous forme de déviation à partir de la cime et d'écoulement sur le tronc jusqu'à la surface du sol sous la végétation.

Les itinéraires par lesquels le sel de dégivrage peut atteindre les différentes plantes ont été largement discutés dans les ouvrages scientifiques. Il n'y a pas de doute que le dommage puisse se produire soit lorsque le sel se dépose sur le feuillage soit lorsqu'il atteint le système de racines. Cela a été démontré dans des études sur le terrain et des expériences de laboratoire menées dans des conditions délimitées (Dobson, 1991; Brod, 1993; Pedersen et Fostad, 1996). Lorsque le sel s'est déposé sur le feuillage, il peut soit rester sur les parties extérieures de la plante (aiguilles, feuilles, tronc, etc.) soit être transporté à l'intérieur des plantes à travers la cuticule des feuilles ou l'écorce des branches ou du tronc. On a aussi supposé que les stomates pouvaient être ce qui conduit aux parties intérieures (Burkhardt and Eiden, 1994). Différentes sortes de particules déposées sur les parties extérieures des aiguilles peuvent peut-être aussi être à l'origine de dommages supplémentaires (Flückiger et al. 1977).

Les symptômes des dommages causés par le sel sur les conifères sont souvent décrits comme le brunissage des aiguilles et la perte des aiguilles (Pedersen et Fostad, 1996). Certains arbres sont capables de compenser ces dommages en produisant de nouvelles pousses, mais quand le dommage est trop grand, ce n'est plus possible (Pyykkö, 1977; Blomqvist, 1999).

Les conséquences de ces dommages sont nombreuses. L'une d'elles est l'impact sur le milieu biotique proprement dit; une autre est constituée par les effets sur le paysage. L'impact du sel de dégivrage sur les conifères est le résultat d'une interférence complexe de nombreuses relations de causalités (ex perte des aiguilles: capacité de photosynthèse diminuée; augmentation de la quantité totale de sel dans l'eau du sol: stress osmotique: inhibition de l'absorption d'eau; la plante évite le stress: dépenses d'énergie). La plupart de ces conséquences vont finalement résulter en une diminution de la croissance du capital forestier et elles peuvent aussi prédisposer les arbres à être endommagés par les champignons ou les insectes. De telles conséquences ont été décrites, par exemple par Pedersen et Fostad (1996). Il est parfois difficile de considérer séparément les différents facteurs de stress, puisque un facteur a peut-être prédisposé l'arbre à être endommagé, un autre facteur peut avoir déclenché le dommage, et un troisième facteur a contribué à ce que l'arbre meure réellement. (Aronsson et al., 1995).

L'étendue des dommages est analysée sous forme d'une sorte de fonction de dose à réponse. Pour certaines espèces, la fonction a été supposée prendre la forme d'un S (Figure 4) (Dragsted, 1990). De nombreuses recherches sur la quantité de chlorure par exemple dans le tissu des aiguilles comparée à l'étendue des symptômes des dommages visibles ont été menées et des études d'ensemble ont été publiées par exemple par Dobson (1991) et Brod (1993). L'étendue théorique des dommages peut être calculée en faisant une fonction composée des fonctions distance-exposition et exposition-dommages (Figure 4). Il faut cependant garder présent à l'esprit que l'environnement des bordures de routes est aussi exposé à beaucoup d'autres facteurs de stress (Viskari, 1999).

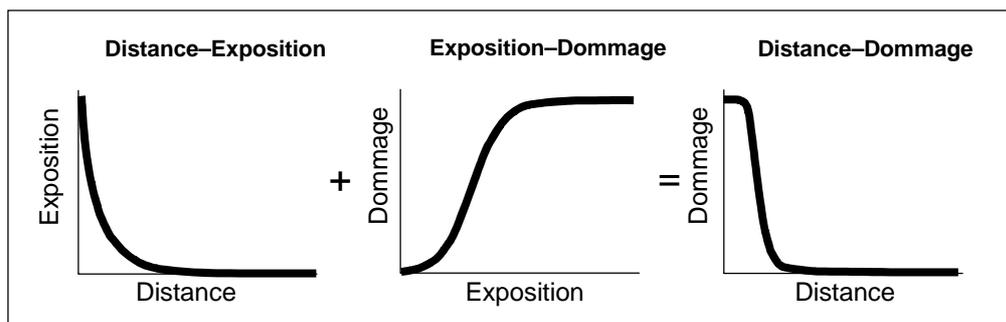


Figure 4 Les Fonctions Théoriques d'Exposition au Sel et de Sensibilité aux Dommages Causés Par Le Sel Produisent Le Modèle des Dommages Dans L'Environnement Des Bordures De Route

L'exploitation forestière doit être pensée en termes de procédé dynamique plutôt qu'en termes d'état statique. Tandis qu'une conséquence de l'exposition du bord de la route au sel de dégivrage est une diminution du rendement forestier, une conséquence peut-être encore plus importante à long terme peut apparaître lorsque la reforestation aura lieu. Les semis et les jeunes plants sont beaucoup plus sensibles à l'exposition au sel que les vieux arbres. La reforestation peut donc pratiquement être impossible dans une zone allant jusqu'à plusieurs dizaines de mètres à partir de la route. Cela s'étend à beaucoup d'endroits plus loin que la zone de réserve autour de la route et peut donc affecter la terre voisine de la route. Si la reforestation est rendue impossible, le propriétaire se retrouve obligé de changer l'utilisation de sa terre (Figure 5), ce qui va probablement conduire à différentes situations concernant les possibilités légales de réclamer des dommages et intérêts, plus que ne le fait l'impact de la diminution de la croissance sur le bord de la route.

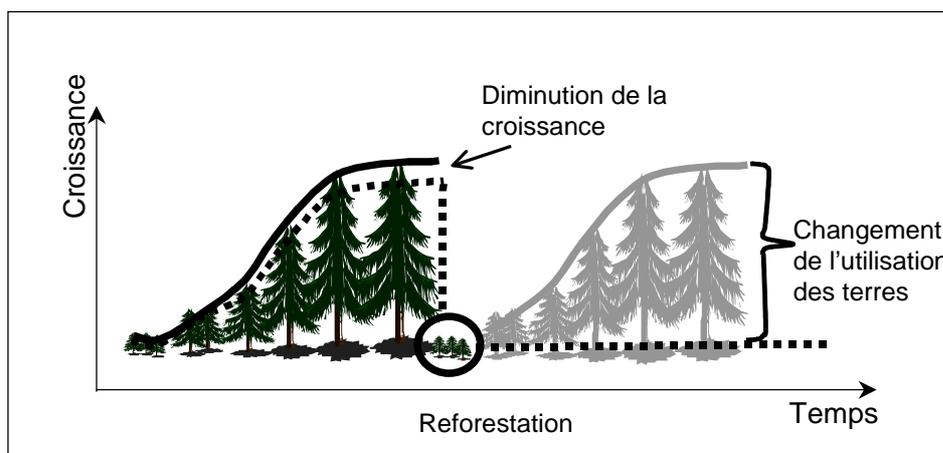


Figure 5 Implications pour l'exploitation forestière, vue comme un procédé

La Suède a une longue tradition de surveillance des taux de concentration de sel dans les nappes phréatiques. Dès la fin des années 70, Bäckman avait commencé à surveiller les concentrations en sodium et en chlorure dans les puits d'observation ayant subi l'influence du sel de dégivrage. Des augmentations à long terme ont été documentées (Bäckman 1980, 1997). Le même résultat a été obtenu par une surveillance à long terme de la concentration en chlorure dans les réserves municipales de nappes phréatiques (Knutsson et al. 1998; Rosén et al. 1998). De même, une tendance d'augmentation à long terme a été documentée par Thunqvist (2000), qui a rassemblé les données provenant de 23 installations municipales de nappes phréatiques en Suède pendant la période 1954–1999. En rassemblant les données provenant de 13 000 puits creusés sous régie privée, Olofsson et Sandström (1998) ont découvert que les puits situés à proximité des grandes routes avaient une augmentation de concentration en chlorure.

Le sel qui s'est écoulé à travers la construction de la route, ou du bord de la route et a atteint le sol ou les nappes phréatiques va dans une large mesure être transporté avec les nappes phréatiques jusqu'aux eaux de surface et suivre ensuite le cycle de l'eau jusqu'à la mer. Dans ce sens il existe- à

une échelle de très long terme – un cycle géochimique du sel, extrait des mers ou des roches, placé sur les routes et retournant ensuite aux mers. Sur la surface des routes, la plupart des conséquences sont désirables et dans les mers, le sel n'est du moins pas nocif. Ce qui est important, c'est ce qui se passe entre les deux (Thunqvist, 2000).

4. Surveillance du système

Robinson et al. (1998) ont constaté que “Un défi fondamental pour les responsables des viabilités des routes est de trouver des façons de décrire les problèmes et les conséquences de l'entretien des routes en termes qui puissent être compris par les politiciens et l'opinion publique”. On peut aussi constater que c'est un défi crucial pour la communauté scientifique de trouver des paramètres clés et des indicateurs des différentes cases du système qui peuvent être compris et utilisés par les responsables des viabilités des routes (Blomqvist, 2001b). Un système qui est utilisé par le Bureau Européen de l'Environnement (EEA) comme instrument générique de compréhension du système du complexe de l'environnement est le modèle DPSIR (Vers un mécanisme de rapport entre l'environnement et le transport 'TERM' pour L'Union Européenne EU, 1999). Ce système est utilisé pour faciliter la communication et est basé sur des indicateurs ayant différentes . Les besoins et les activités de la société peuvent être considérée comme une force motrice (D) qui conduit à une pression (P) sur l'environnement. La pression peut changer l'état (S) de quelques cases de l'environnement. Cela peut à son tour mener à des impacts (I) sur un système tel que la santé humaine ou la nature. Finalement, la société va répondre (R) de façon à se confronter au problème dans une ou plusieurs des phases initiales du modèle (Figure 5).

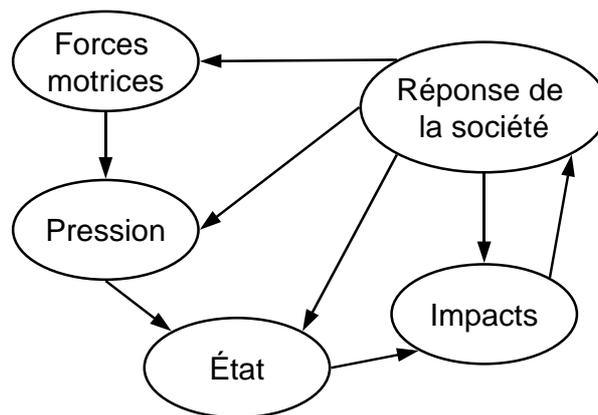


Figure 5 Le Modèle DPSIR Des Rapports De Force Dans Les Problèmes D'Environnement

En utilisant le modèle DPSIR (figure 5), l'utilisation de sel de dégivrage et les dommages causés à la végétation pourraient être décrits de la façon suivante. Le besoin de transports (D) conduit à une exposition au sel du bord de la route (P), qui change l'état de la végétation (S), conduisant de ce fait à différents impacts (I), ce qui peut nécessiter une forme de réponse (R) de la part de la société (Figure 6).

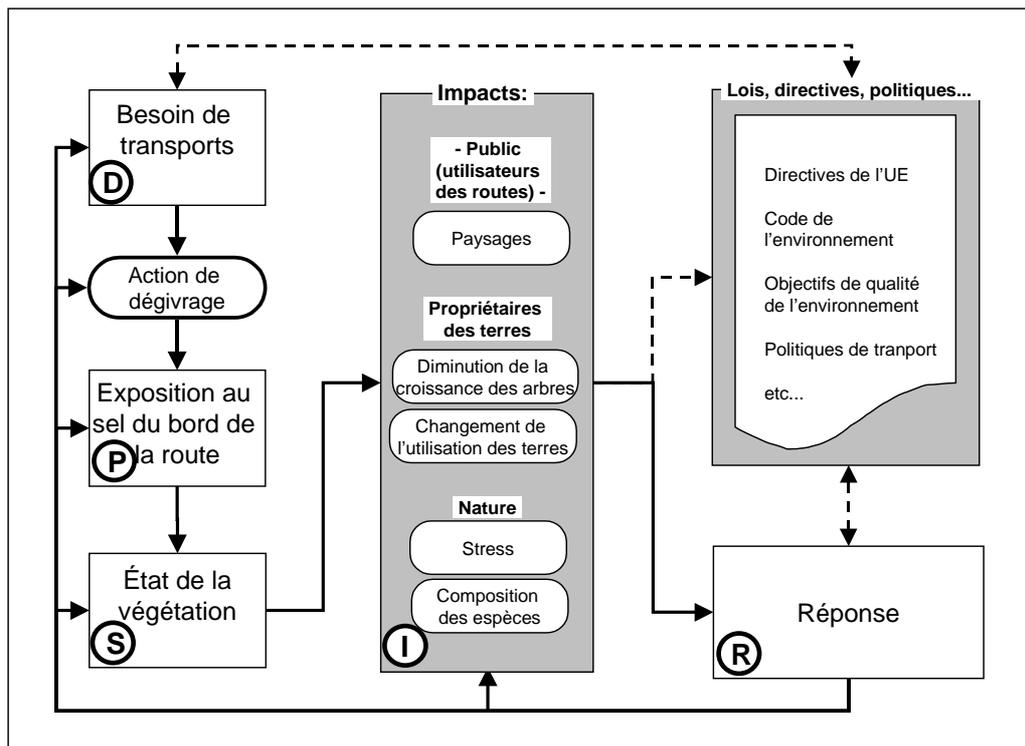


Figure 6 Le Système D'Action De Dégivrage Et Les Dommages Causés À La Végétation Tels Qu'ils Sont Illustrés Par La Modèle DPSIR.

Les impacts ont été divisés en différents sphères d'intérêts où les intérêts du public en tant qu'utilisateurs de routes sont menacés par la détérioration des paysages. Les intérêts des propriétaires ruraux peuvent être menacés par la diminution de la croissance des arbres ou le changement forcé d'utilisation des terres qui peut se produire si la reforestation est rendue impossible dans un environnement exposé au sel. La végétation en tant que partie de l'écosystème peut subir une influence quand elle est exposée au stress et à la suite de cela il peut y avoir un changement dans la composition des espèces sur le bord des routes.

En ajoutant deux nouvelles cases au modèle original DPSIR, on permet à ce modèle d'être utilisable pour identifier le procédé en cause. Les deux nouvelles cases sont la figure ovale entre la force motrice et la pression (figure 6) qui représente l'activité déclenchée par la force motrice, causant la pression. Dans ce cas, c'est la mesure de dégivrage réellement prise, ainsi que l'autre nouvelle case sur la figure 6, qui représente l'ensemble de lois, directives, politiques, conditions de contrat, etc. Ce sont en partie les résultats des besoins qu'on retrouve dans la société (par exemple le besoin de transports se manifeste dans certains des buts de la politique de transports), mais ils peuvent aussi être utilisés comme une boîte à outils de la société pour répondre à toutes les phases du modèle DPSIR.

Dans la plupart des cas, il est important de définir des indicateurs utiles dès que possible dans le système, spécialement lorsque l'impact sur l'environnement est retardé dans le temps, comme c'est par exemple le cas pour la contamination des ressources en nappes phréatiques. Dans ce cas, un avertissement pourrait être donné assez tôt.

En définissant des indicateurs adéquats aux différents niveaux du modèle DPSIR, celui qui est chargé de surveiller la route ne va pas seulement renforcer la compréhension scientifique des conséquences écologiques, mais il augmente aussi ses possibilités de prendre des mesures appropriées pour améliorer la continuité du système. Le responsable de la route a également besoin de connaître l'utilité pour l'environnement des réponses qu'il a prises.

6. Recherche en cours

La recherche à l'Institut Suédois de Recherches sur les Routes et les Transports (VTI) à Linköping, Suède se préoccupe en permanence des problèmes de l'exposition du bord des routes au sel et au développement d'indicateurs de différents composants à l'intérieur du système décrit ci-dessus, à la fois en ce qui concerne les nappes phréatiques et les dommages causés à la végétation.

7. Reconnaissance

Cette étude est basée sur les résultats du mémoire de licence “Transport par voies aériennes du sel de dégivrage et dommages causés aux pins et aux épicéas dans l’environnement des bordures de route”(“Air-borne transport of de-icing salt and damage to pine and spruce trees in a roadside environment”)(Blomqvist, 1999) et de la thèse de doctorat “Le sel de dégivrage et l’environnement des bordures de route: exposition par voies aériennes, dommages causés aux épicéas de Norvège et système de surveillance (“De-icing salt and the roadside environment: Air-borne exposure, damage to Norway spruce and system monitoring”)(Blomqvist, 2001). Ce sont les résultats du projet “Influence du sel de dégivrage sur la végétation des bordures de route” (“Influence of De-icing salt on Roadside Vegetation”) (VTI Projet No 80131) réalisé à l’Institut Suédois de Recherches sur les Routes et les Transports (VTI) de 1996 à 2001. Le travail a été financé par l’Administration Nationale des Routes de Suède par l’intermédiaire du Centre pour la Recherche et la Formation en Opération et Entretien d’Infrastructure (CDU) à l’Institut Polytechnique Royal (KTH) à Stockholm et par l’Institut Suédois de Recherches sur les Routes et les Transports (VTI) à Linköping, Suède. La présente traduction a été faite par Bernadette Vikman, Gävle, Suède.

8. Références

- Aronsson, A., Barklund, P., Ehnström, B., Karlman, M., Lavsund, S., Lesinski, J.A., Nihlgård, B., and Westman L. (1995) Skador på barrträd, Direction nationale des forêts, Jönköping. (En suédois).
- Bäckman, L., (1980) Vintervägsaltets miljöpåverkan, VTI Rapport Nr 197, National Road and Traffic Research Institute, Linköping, 62 pp. + app. (En suédois).
- Bäckman, L., (1997) Vintervägsaltets miljöpåverkan – Resultat av jord- och grundvattenprovtagningar vid observationsområden i Skaraborgs län 1994–1996, VTI-notat Nr 25-1997, Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping. (En suédois).
- Blomqvist, G., (1999) Air-borne transport of de-icing salt and damage to pine and spruce trees in a roadside environment, Licentiate Thesis, TRITA-AMI-LIC 2044, Division of Land and Water resources, Department of Civil and Environmental Engineering, Institut Polytechnique Royal, Stockholm, Suède. ISBN 91-7170-475-2. (En anglais)
- Blomqvist, G., (2001a) De-icing salt and the roadside environment: Air-borne exposure, damage to Norway spruce and system monitoring, PhD thesis, TRITA-AMI-PHD 1041, Division of Land and Water resources, Department of Civil and Environmental Engineering, Institut Polytechnique Royal, Stockholm, Suède. ISBN 91-7283-081-6. (En anglais)
- Blomqvist, G., (2001b) Long-term effects of deicing salt on the roadside environment. Part I: Forestry, Transportation Research Board Conference Proceedings 23:179–185. (En anglais)
- Brod, H.G., (1993) Langzeitwirkung vos Streusalz auf die Umwelt, Verkehrstechnik Heft V2, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach. (En allemand).
- Burkhardt, J., and Eiden, R. (1994) Thin water films on coniferous needles, *Atmospheric Environment* 28(12):2001–2017. (En anglais)
- D’Itri, F.M., (1992) Chemical Deicers and the Environment, Lewis Publishers, Inc., Chelsea, Michigan, USA, 585 pp. (En anglais)
- Dobson, M.C., (1991) De-icing salt damage to trees and shrubs, Forestry Commission Bulletin 101, Department of the Environment Arboriculture Contract, Forestry Commission, Farnham, Surrey. (En anglais)
- Dragsted, J., (1990) Some results from Danish investigations in salt stress on trees. *Aquilo, Series Botanica* 29, 21–23. (En anglais)
- Drift 96, Allmän teknisk beskrivning av driftstandard, (1996) Publ 1996:016, Administration Nationale des Routes de Suède, Borlänge, Suède. (En suédois).
- Flückiger, W., Flückiger-Keller, H., Oertli, J.J., and Guggenheim, R., (1977) Versmutzung von Blatt- und Nadeloberflächen im Nahbereich einer Autobahn und deren Einfluß auf den stomatären Diffusionswiderstand, *European Journal of Forest Pathology* 7:358–364. (En allemand).
- Holldorb, C. (2000) Winterterm – Dictionary of Terms for Winter Maintenance, draft version, European COST 344 Action “Improvements to Snow and Ice Control on European Roads and Bridges”.(En anglais)

- Knutsson, G., Maxe, L., Olofsson, B., and Jacks, G., (1998) The origin of increased chloride content in the groundwater at Upplands Väsby, In: Nystén, T, and Suokko, T., Deicing and dustbinding – risk to aquifers, Proceedings, NHP Report No 43, pp 223–231, Finnish Environment Institute, Helsinki. (En anglais)
- Kretsloppsanpassad väghållning – Handlingsplan. (1996) VV Publ 1996:29, Administration Nationale des Routes de Suède, Borlänge, Suède. (En suédois).
- Ölander, J., (2000) Winter Road Maintenance – The Swedish way, Proceedings, Talvitiepäivät - Winter Road Congress, Finnish National Road Administration, Feb 2–3, 2000, Tampere, Finland. (En anglais)
- Ölander, Jan, Administration Nationale des Routes de Suède, 2001-04-02, référence personnelle.
- Olofsson, B., and Sandström, S., (1998) Increased salinity in private drilled wells in Sweden – Natural or Man-made?, In: Nystén, T, and Suokko, T. (eds), Deicing and dustbinding – risk to aquifers, Proceedings, NHP Report No 43, pp 75–81, Finnish Environment Institute, Helsinki. (En anglais)
- Pedersen P.A., and Fostad, O., (1996) Effects of deicing salt on soil, water and vegetation. Part I: Studies of soil and vegetation, MITRA Nr 01/96, Statens Vegvesen, Oslo. (En norvégien, résumé en anglais).
- Petterson, Ola, Administration Nationale des Routes de Suède, 2001-04-03, référence personnelle.
- Pyykkö, M., (1977) Effects of salt spray on growth and development of *Pinus sylvestris* L. *Ann. Bot. Fennici* 14, 49–61. (En anglais)
- Robinson, R., Danielson, U., Snaith, M. (1998) Road Maintenance Management, Concepts and Systems, The University of Birmingham and The Swedish National Road Administration, Macmillan Press Ltd, 291 pp. (En anglais)
- Rosén, B., Lindmark, P., Knutz, Å., and Svenson, T., (1998) Municipal well along highway damaged by de-icing – a local case study at Brännebrona, Sweden, In: Nystén, T, and Suokko, T., Deicing and dustbinding – risk to aquifers, Proceedings, NHP Report No 43, pp. 245–251, Finnish Environment Institute, Helsinki. (En anglais)
- System med indikatorer för nationell uppföljning av miljö kvalitetsmålen, (1999) Rapport 5006, Swedish Environmental Protection Agency, Naturvårdsverkets förlag, Stockholm. (En suédois).
- The Environmental Code (1998), SFS 1998:808, Statute book of Sweden. (En suédois).
- The Roads Act (1971), SFS 1971:948, Statute book of Sweden. (En suédois).
- Thunqvist, E.-L., (2000) Pollution of groundwater and surface water by roads – with emphasis on the use of deicing salt, Licentiate Thesis, TRITA-AMI-LIC 2054, Division of Land and Water Resources, Department of Civil and Environmental Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm. (En anglais)
- Towards a transport and environment reporting mechanism (TERM) for the EU, (1999) Technical report No 18, Environmental Environment Agency, Copenhagen. (En anglais)
- Transport policy for sustainable development (1997), SFS 1997:652, Statute book of Sweden. (En suédois).
- Viskari, E.-L., (1999) Dispersion, deposition and effects of road traffic-related pollutants on roadside ecosystem, Doctoral dissertation, Kuopio University Publications C, Natural and Environmental Sciences 88, Department of Ecology and Environmental Science, University of Kuopio, Kuopio, Finland. (En anglais)