

Évaluation et caractérisation des flux de sels de voirie (NaCl) parvenant aux milieux aquatiques du bassin Rhin-Meuse

*Première estimation de la pression en fondants routiers.
Données sources et hypothèses proposées et à approfondir pour la suite de l'étude.*

Dossier C15EN0035 - 201563003

2016

Références de la commande

Agence de l'Eau Rhin-Meuse
<i>Pierre-Olivier LAUSECKER</i>

Références du dossier

C15EN0035 - 201563003
Évaluation et caractérisation des flux de sels de voirie (NaCl) parvenant aux milieux aquatiques du bassin Rhin-Meuse

Historique des versions du document

Version	Auteur(s)	Commentaires
N° 1	<i>Mathieu MOUTTON, Ethel JACQUOT, Ivana DURICKOVIC</i>	<i>Novembre 2015</i>
N°2	<i>Mathieu MOUTTON, Ivana DURICKOVIC</i>	<i>Juin 2016</i>

Affaire suivie par

Ivana DURICKOVIC – Atelier PEIM / ERTD / LRN / DTer Est
<i>Tél. : 03 83 18 31 72</i>
<i>Mail : ivana.durickovic@cerema.fr</i>

Référence Intranet

--

Sommaire

Contexte.....	5
1. Introduction.....	7
1.1. Démarche générale.....	8
2. Les données.....	9
2.1. Les contributeurs.....	9
2.2. Le réseau routier.....	9
2.2.1. La terminologie.....	9
2.2.2. Les acteurs et leurs compétences.....	10
2.2.3. Une distribution changeante des compétences.....	12
2.3. La viabilité hivernale et plus spécifiquement l'usage de fondant routier.....	13
2.3.1. De multiples politiques publiques de viabilité hivernale.....	13
2.3.2. Une rigueur hivernale variable sur le territoire.....	15
2.3.3. Les conséquences en terme d'usage de sel.....	17
3. L'analyse conduite.....	21
3.1. La cartographie.....	21
3.1.1. Référentiels SIG choisis.....	21
3.1.2. La voirie routière.....	21
3.1.3. Bassin Rhin-Meuse et ses bassins versants.....	21
3.2. Les démarches de caractérisation adoptées.....	22
3.2.1. Description de la voirie.....	22
3.3. Description de la pression en fondant NaCl.....	27
3.4. Modulation selon les niveaux de service - Ni.....	29
3.5. Modulation selon le zonage climatique - Hi.....	29
3.6. Résultats.....	34
4. Les investigations à poursuivre.....	35
4.1. Enrichir les données.....	35
4.1.1. Comblé les manques communaux.....	35
4.1.2. Disposer de données sur les autoroutes concédées.....	35
4.2. Améliorer les analyses.....	35
4.2.1. Élargir la période d'étude.....	35

4.2.2. Mieux caractériser la rigueur hivernale.....	36
4.3. Mieux caractériser les usages du sel.....	37
4.3.1. En milieu urbain.....	37
4.3.2. Les usages du sel selon les niveaux de service.....	37
Références bibliographiques.....	40
Annexes.....	42

Contexte

Une évolution des teneurs en chlorures liée à l'emploi de sels de voirie (ou fondants routiers) est suspectée dans les têtes de bassin du bassin Rhin-Meuse. Cette pollution saline diffuse¹ est potentiellement accompagnée par de nombreuses autres émissions de substances liées, notamment, au trafic et infrastructures routières². Cette pollution peut avoir des répercussions sur la composition des cortèges biologiques et la fonctionnalité des milieux aquatiques de tête de bassin, donc potentiellement sur les références utilisées pour évaluer l'état écologique des masses d'eau de surface. L'agence de l'eau Rhin-Meuse n'est actuellement pas en mesure de répondre à ces questions.

Aussi, dans le cadre de son programme d'études, l'agence de l'eau Rhin-Meuse souhaite évaluer l'impact de ces fondants routiers sur le fonctionnement des cours d'eau de tête de bassin versant (étude en cours, réalisation par la LIEC³), et mieux caractériser les flux de sels parvenant aux milieux aquatiques, spatialement (bassin versant de masse d'eau) et dans le temps (années) à l'échelle du bassin Rhin-Meuse. In fine, cette donnée permettra d'améliorer l'identification des secteurs les plus exposés à cette pression et fournira des ordres de grandeurs réalistes de flux pouvant parvenir aux milieux aquatiques.

Les pratiques d'épandage de sels de voirie en période hivernale sur les différents types de réseaux routiers et les flux associés sont aujourd'hui totalement méconnues sur le territoire de l'Agence de l'eau Rhin Meuse. Du fait de la décentralisation de la compétence routière, les utilisateurs sont multiples (sociétés d'autoroutes concédées, DIR Est, Conseils Généraux, communautés urbaines, communes, riverains...), tout comme leurs usages (quantités, localisation...).

Par ailleurs, les flux de fondants routiers résultent de l'influence de nombreux facteurs d'ordre climatique (rigueur hivernale, altitude,...), physique (dimension des réseaux routiers,...) et humains (niveau de service associé, matériel d'épandage utilisé,...).

Objectifs généraux

L'objectif principal consiste à identifier quelles sont les zones les plus exposées et, par conséquent, les plus sensibles à la présence des fondants routiers, l'objectif qui peut se réaliser par l'élaboration d'une cartographie des pressions. Plus concrètement, il s'agit de répondre aux questions suivantes :

- Comment se caractérise spatialement les flux minimum, maximum et moyen de fondants routiers à l'échelle du bassin Rhin-Meuse ?
- Quels sont les facteurs explicatifs de la variabilité spatiale et temporelle de ces flux ?
- Les flux de fondants routier estimés à l'échelle du bassin versant sont-ils bien corrélés aux flux mesurés sur les cours d'eau du bassin Rhin-Meuse ? si non, quels seraient les facteurs supplémentaires à prendre en compte pour parvenir à mieux modéliser ces flux à large échelle ?
- En considérant les besoins de l'agence de l'eau, quelles recommandations pratiques apporter aux différents gestionnaires routiers pour agir efficacement à la réduction des flux de fondants routiers en fonction du contexte géographique du bassin versant considéré (type de milieux aquatiques récepteur, type de gestionnaire routier, zone urbaine/rurale...) ?

1 Composition moyenne des sels de voirie les plus utilisés dans le grand Est de la France (en % / 1 kg sel sec) : Na⁺ (37%), Cl⁻ (56%), Ca²⁺ (0.4%), SO₄²⁻ (0.8%), Mg²⁺ (<0.1%), K⁺ (<0.1%) et insolubles caractérisés par des silicates (4.5) , carbonates (0.25), et sulfates (0.25) (LR Nancy - Dter Est).

2 Substances caractéristiques émises par le domaine routier : polluants gazeux, éléments traces métalliques (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn); hydrocarbures aromatiques polycycliques (Pagotto, 1999).

3 Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux UMR 7360 - CNRS/Université de Lorraine

1. Introduction

Garantir la sécurité et maintenir la mobilité, individuelle et économique, sur le réseau routier est la mission des services d'exploitation des différents gestionnaires routiers (Autoroutes privées, DIR, Conseils Départementaux, Communes). En situation d'aléas météorologiques hivernaux (neige, verglas), leur engagement est soutenu. Il est alors notamment fait usage de fondants routiers, de manière préventive ou curative. Le chlorure de sodium (NaCl) sous forme solide est quasiment le seul utilisé en France. Le tonnage vendu par hiver, tous réseaux confondus, oscillent entre 200 000 et 2 millions de tonnes (source Asselvia), ce qui représente de 10 à 80t de NaCl épandu par hiver et par km². La tendance actuelle suit globalement l'accroissement des surfaces routières.

Après usage, ce chlorure de sodium solubilisé, migre de la route vers le milieu naturel environnant (ruissellements et infiltration).

Toutefois, se pose actuellement la question de l'innocuité environnementale de ces épandages, une évolution des teneurs en chlorures liée à l'emploi de sels de voirie étant par ailleurs suspectée dans les cours d'eau de tête du bassin Rhin-Meuse. Cette pollution saline diffuse est potentiellement accompagnée par de nombreuses autres émissions de substances liées, notamment, au trafic et aux infrastructures routières. Cette pollution peut impacter la composition des cortèges biologiques et la fonctionnalité des milieux aquatiques de tête de bassin. De fait, ce sont les références utilisées pour évaluer l'état écologique des masses d'eau de surface qui sont perturbées. L'agence de l'eau Rhin-Meuse (AERM) ne répond aujourd'hui que partiellement à ces questions. Elle souhaite donc mieux évaluer l'impact du NaCl routier sur le fonctionnement des cours d'eau de tête de bassin versant (étude en cours, réalisation par le LIEC), et mieux caractériser les flux de sels parvenant aux milieux aquatiques, spatialement (bassin versant de masse d'eau) et dans le temps (année). L'objectif de l'étude menée par le Laboratoire Régional de Nancy du Cerema Est d'apporter des réponses à cette dernière attente.

L'objectif premier de cette étude est de définir une méthodologie de caractérisation des flux de NaCl routier reçus par chaque masse d'eau élémentaire du bassin Rhin Meuse. En raison d'une connaissance imparfaite des usages des différents services d'exploitation de la route, ceux-ci sont arrêtés en valeur moyenne ou extrême (minimum/maximum). Ces données permettront d'améliorer l'identification des secteurs les plus exposés à cette pression et fourniront des ordres de grandeur réalistes de flux pouvant parvenir aux milieux aquatiques. En deuxième lieu, aura lieu une confrontation entre les flux de sel estimés, et les flux réels observés dans les cours d'eau de tête du bassin. Cette identification permettra d'apporter des recommandations pratiques aux différents gestionnaires routiers pour agir efficacement sur la réduction des flux de fondants routiers épandus en fonction du contexte géographique du bassin versant Rhin Meuse (type de milieux aquatiques récepteurs, type de gestionnaire routier, zone urbaine/rural, zone vulnérable, etc.).

1.1. Démarche générale

Élaboration de la méthode

Définition, à partir d'une étude bibliographique, de :

- facteurs climatiques, géographiques et humains influençant un flux de fondants routiers,
- méthodes de spatialisation et de modélisation à large échelle des flux de polluant issus de réseaux routiers,
- données nécessaires et disponibles.

Constitution d'une base de données des quantités épandues/achetées :

- Participation à la conception de la base de données,
- Finalisation et exploitation de l'enquête menée auprès des communes, ainsi que des données des bilans d'hiver disponibles des gestionnaires routiers,...
- Intégration des données existantes d'usage des fondants disponibles,
- Finalisation du recueil de données auprès des gestionnaires routiers.

Définition des hypothèses de travail et procédure d'analyse des données :

-
- Proposition d'une méthode pour reconstruire les données manquantes par une analyse de données existantes,
- Étude de plusieurs hypothèses pour construire le modèle de pression : par zones climatiques de rigueur hivernale homogène (plaine/montagne), par analyse de la base de données climatiques IVH⁴, par la construction de profils de pression propres à chaque gestionnaire (autoroute, routes départementales et communales)

Recueil et traitement spatial des données nécessaires à l'extrapolation / modélisation spatiale des flux de sels :

- Réseaux routiers, niveaux de services et acteurs associés...
- Altitudes, autres caractéristiques géographiques, ...
- Bassins versants de masses d'eau, cours d'eau et plans d'eau

Analyse et modélisation des données

Définition de la pression sur les bassins :

- Sur un hiver ayant des opérations de salage minimales,
- Sur un hiver ayant des opérations de salage maximales,
- Éventuellement sur un hiver moyen (selon la disponibilité d'une chronique longue de données).

Production d'une base de données permettant de capitaliser les informations recueillies sur les quantités vendues et épandues de fondants routiers sur l'ensemble du territoire Rhin Meuse en prenant en compte les besoins d'information de l'Agence de l'eau.

Construction de cartographie des pressions

- Application des différents scénarios de pression,
- Construction de cartographies à différentes échelles territoriales (sur l'ensemble du bassin Rhin-Meuse, mais aussi par bassin versant élémentaire et autant que de besoin sur les têtes de bassin versant),
- Identification et hiérarchisation des bassins versant de masse d'eau (sens DCE) selon leur niveau d'exposition à la pression.

4 Indice de Viabilité Hivernale, construit par le Cerema sur la base des pratiques des services de l'état en matière de viabilité hivernale

2. Les données

Le présent chapitre décrit l'ensemble des données valorisées dans le cadre de la présente étude. Il s'agit de données relatives au réseau routier, à l'exploitation hivernale de ce réseau et à la caractérisation des masses d'eau à l'échelle du territoire (ou bassin hydrographique) de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM).

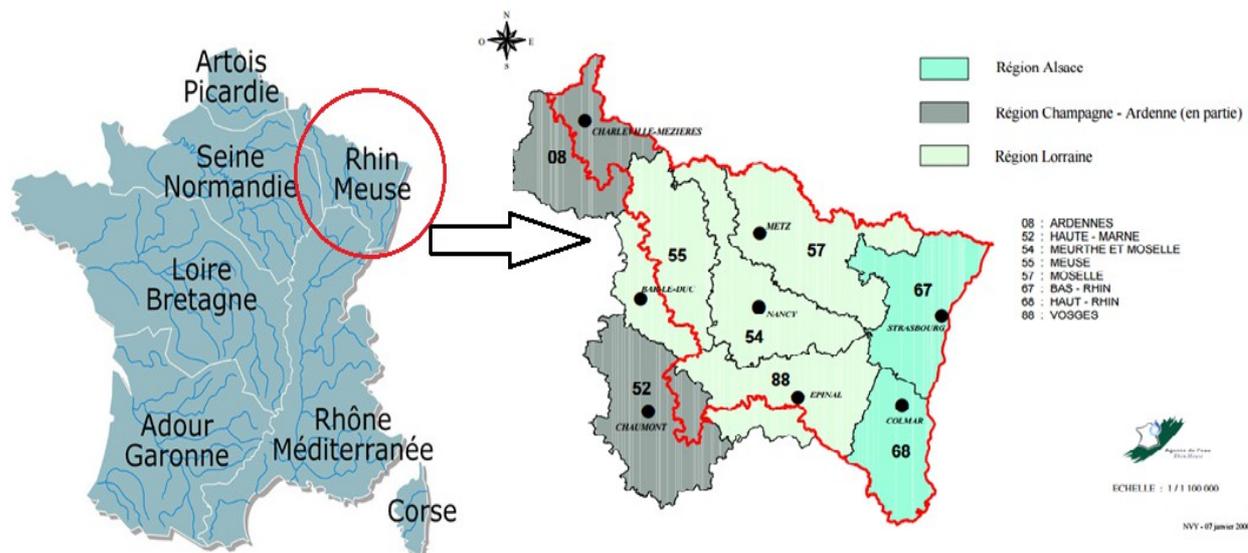


Figure 1. Localisation du bassin versant Rhin-Meuse (d'après IGN - BD CACARTO®).

2.1. Les contributeurs

La liste des personnes ayant activement contribué à la collecte des données nécessaires à cette étude figure en Annexe A.

Les informations relatives aux réseaux interurbains et aux grandes agglomérations ont été collectées par le Laboratoire de Nancy (Cerema Est), via les membres du club VH du grand Est ou sont issues de documents internes des gestionnaires routiers (bilans d'hiver, DOVH⁵) établis et transmis par le passé.

Le recueil des données communales a été initié et piloté par l'AERM, via un questionnaire (cf Annexe B) transmis à l'ensemble des communes du territoire. L'intégralité des 112 réponses figurent en Annexe C.

2.2. Le réseau routier

2.2.1. La terminologie

Le terme de *réseau routier* représente l'ensemble des surfaces affectées à la circulation des véhicules routiers (poids lourds, véhicules légers ou deux-roues) auxquelles s'ajoutent les surfaces routières non circulées, mais nécessaires à la bonne gestion de cette circulation (par exemple, les bandes d'arrêt d'urgence sur autoroute, les accotements, les centres d'intervention routier (CEI)...). Le terme de *voirie*

5 Document d'Organisation de la Viabilité Hivernale

routière est synonyme, il est plus fréquemment employé dans le contexte urbain, ou pour les aspects juridiques qui y sont associés.

Le réseau routier est un sous-ensemble de celui des voies ouvertes à la circulation publique. Le terme générique de voirie regroupe l'ensemble des espaces accessibles au public, ce qui comprend le réseau routier, mais aussi tous les espaces de libre circulation des personnes, qu'ils soient publics ou privés, tels que les trottoirs, les places, les parkings commerciaux... Cette distinction a une réalité forte en agglomération où l'usage de fondants routiers (cf. § 2.3.) ne se limite pas au réseau routier.

2.2.2. Les acteurs et leurs compétences

Les acteurs sur le réseau routier sont multiples, et la politique de décentralisation engagée depuis trente ans a considérablement remodelé ce paysage. D'une manière générale, c'est l'échelle territoriale des enjeux socio-économiques du déplacement des biens et des personnes, qui structure les compétences. De l'État pour les réseaux routiers d'enjeux nationaux et internationaux à la commune pour la voirie en agglomération, , chacun exerce des compétences routières à des échelles territoriales différentes.

Une rapide distinction est faite entre ce qui relève du niveau politique (celui du propriétaire de voirie qui définit la stratégie d'exploitation hivernale, cf. § 2.3), de ce qui concerne la mise en œuvre, qui est dévolue à un gestionnaire routier ou service d'exploitation. Le propriétaire la finance et le gestionnaire routier la met en œuvre (il organise et pilote les moyens opérationnels). Ces deux compétences peuvent être exercées par des entités distinctes ou pas.

À l'exercice de ces compétences propres sont associés de fait des risques juridiques de voir sa responsabilité recherchée, notamment lors d'accidents en situation hivernale. C'est un sujet complexe, mais dimensionnant des organisations de viabilité hivernale.

Tableau 1 : Répartition des compétences routières à l'échelle du territoire de l'AERM

Niveau politique (propriétaire)	Description générale du réseau routier à l'échelle du territoire de l'AERM	Gestionnaire routier Site internet permettant de visualiser la voirie
L'Etat (le préfet, et le préfet de zone de défense)	Le réseau autoroutier concédé (à péage)	
	A4 jusqu'à l'embranchement de Verdun – Commune de Landrecourt l'empire) 214 km soit 2 965 046 m ² de surface traitée	SANEF http://www.sanef.com/
	A31 de Gye à la limite du bassin soit à proximité de l'embranchement A3/A5 (92 km soit 1 264 970 m ²) – A36 (15 km soit 216 054 m ²) – Tunnel Maurice Lemaire	APRR http://www.aprr.fr/fr
	Le réseau routier d'intérêt national (autoroute et RN sans péage) 1 123 km soit 13 547 210 m ² de surface traitée	DIR Est http://www.enroute.est.developpement-durable.gouv.fr/ DIR Nord http://www.dir-nord.developpement-durable.gouv.fr/
Les Départements (Président du Conseil Départemental)	Réseau routier départemental (RD)	Les services techniques du :
	Ardennes, en partie soit 10 657 549 m ² de surface traitée	Conseil départemental des Ardennes http://www.cd08.fr
	Haute Marne, très localement sur 38 communes - soit 2 372 492 m ² de surface traitée	Conseil départemental de Haute Marne http://haute-marne.fr
	Meurthe et Moselle, en intégralité soit 24 624 016 m ²	Conseil départemental de Meurthe et Moselle http://www.meurthe-et-moselle.fr/
	Meuse, en grande partie soit 13 931 167 m ²	Conseil départemental de la Meuse http://www.meuse.fr/
	Moselle, en intégralité soit 30 230 962 m ²	Conseil départemental de la Moselle http://www.cg57.fr
	Bas Rhin, en intégralité soit 26 298 343 m ²	Conseil départemental du Bas Rhin http://www.bas-rhin.fr
	Haut Rhin, en quasi totalité soit 18 022 325 m ²	Conseil départemental du Haut Rhin http://www.haut-rhin.fr
	Vosges, en grande partie soit 20 501 580 m ²	Conseil départemental des Vosges http://www.vosges.fr
Les communes (le maire)	La voirie communale (route communale, chemin rural, les espaces ouverts à la circulation des piétons) des 3253 communes	Le service technique communal (ou le maire sur les petites communes)
	Sur la voirie communale d'intérêt communautaire (EPCI de grande taille : Strasbourg (CUS) – Mulhouse (M2A) – Nancy (CUGN) – Metz (Metz Métropole) Et la voirie dédiée (transports en commun en sites propres)	La communauté urbaine ou la métropole (service technique de l'EPCI) ou/et les services techniques municipaux selon les choix politiques de compétence de l'EPCI
	Sur le réseau départemental en traverse d'agglomération (entre panneaux)	Les pouvoirs de police générale et de circulation sont dévolus au maire
Les particuliers	Toutes les voies privées ouvertes à la circulation publique	Le maire

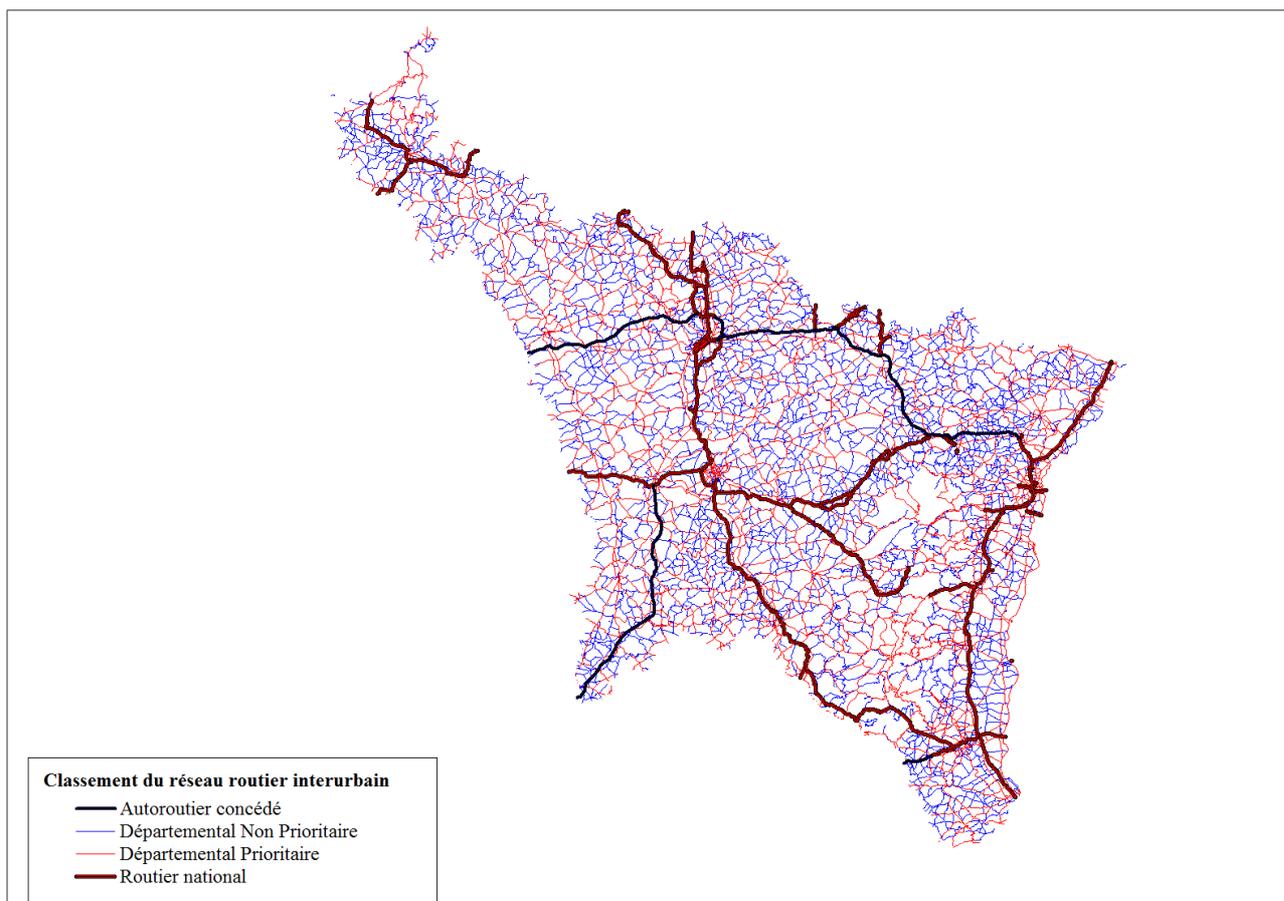


Figure 2. Carte du réseau routier interurbain réparti selon le type de gestionnaire et du niveau de service au niveau du bassin Rhin Meuse.

2.2.3. Une distribution changeante des compétences

Les compétences précédemment décrites (cf. § 2.2.2), étaient antérieurement exercées de manière différente, et elles vont encore prochainement évoluer.

Si ce point n'a pas d'impact sur la distribution spatiale de la voirie, il pèse fortement sur la caractérisation de la pression en fondant routier sur une période longue. Les données historiques d'usage (les tonnages et leur répartition territoriale) sont disponibles auprès du gestionnaire du réseau routier. Chaque transfert de compétence induit, outre des inévitables pertes de connaissances, le délicat exercice de raccorder la pression de l'ancien gestionnaire à celle du nouveau, à l'échelle des tronçons routiers concernés.

Sur le réseau interurbain

Avant 2005, les Directions départementales de l'équipement (DDE) étaient en charge de la gestion, donc du service hivernal, des routes nationales et des routes départementales.

Un transfert⁶ en pleine compétence aux Conseils Généraux du réseau départemental, agrandi des routes nationales d'intérêt local (« rebaptisées » de fait de RN en RD), a été mis en œuvre. Ce transfert comprenait aussi celui des agents en charge du réseau.

6 Loi de décentralisation 2004-809 du 13 août 2004 - titre II "dispositions relatives au développement des infrastructures, aux fonds structurels et à la protection de l'environnement" - chapitre I " la voirie" : articles 16 à 27

La gestion du réseau national restant, d'intérêt national, s'est réorganisée autour d'un nouveau service, les Directions interdépartementales de routes⁷ (DIR). Sur le périmètre d'étude, la DIR Est exploite l'intégralité du réseau routier national.

Ces transferts de compétence et la mise en place effective des nouvelles DIRs ont des conséquences sur la présente étude : La mémoire des services, historiquement détenue par les DDE s'est perdue. De fait, disposer des données relatives à l'exploitation hivernale des réseaux routiers RN et RD avant 2005, est impossible dans certains départements (les archives n'ont pas été transférées ou ont été détruites).

La voirie urbaine

Parmi les formes d'EPCI existantes, seules la communauté urbaine et la métropole ont la compétence voirie en compétence de plein droit. Pour les autres (communauté de communes, d'agglomération, syndicat de communes (SIVU, SIVOM), ...), elle est une compétence optionnelle, obligatoire ou facultative.

Dans le cadre de cette étude, mis à part Strasbourg, Mulhouse, Nancy et Metz où la compétence a été transférée, pour partie, à l'EPCI, la gestion de la voirie (dont celle de viabilité hivernale) reste très majoritairement au niveau communal.

La viabilité hivernale reste une priorité politique à l'échelle communale, dont le maire souhaite conserver la maîtrise, mais l'importante réforme législative engagée sur l'intercommunalité va dans un proche avenir modifier cet état.

2.3. La viabilité hivernale et plus spécifiquement l'usage de fondant routier

2.3.1. De multiples politiques publiques de viabilité hivernale

La **viabilité hivernale**⁸ est la résultante de diverses actions et dispositions prises par tous les acteurs pour s'adapter ou combattre les conséquences directes ou indirectes des phénomènes météo-routiers hivernaux dont les effets négatifs affectent la sécurité des usagers de la route et l'écoulement du trafic (temps et capacité à se déplacer).

Les ambitions en la matière, ci-nommées « **objectifs de qualité**⁹ » sont propres à chaque réseau routier. Pourquoi ? Garantir la sécurité des usagers et répondre aux besoins de déplacement de son contexte socio-économique¹⁰ a nécessairement un coût, qui est proportionnel au niveau retenu. Le financement des actions déployées étant essentiellement public, cette décision relève du niveau politique (le représentant du propriétaire de la voie appelé « maître d'ouvrage¹¹ »).

Ainsi, selon le réseau routier, les organisations construites et mises en œuvre diffèrent pour répondre à la commande politique. C'est au maître d'œuvre¹² qu'il appartient de choisir et répartir au mieux dans le temps et l'espace, les moyens financés par le maître d'ouvrage pour assurer les objectifs assignés. Cette organisation s'ajuste régulièrement dans un dialogue constructif entre maître d'œuvre et maître d'ouvrage.

7 décrets n°2006-304 et 2006-305 du 16 mars 2006

8 Dictionnaire de l'entretien routier - volume 4 Viabilité hivernale - SETRA - <http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/>

9 Explicités au guide méthodologique viabilité hivernale, approche globale - SETRA - <http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/>

10 L'usager de la route est une personne privée conduisant un véhicule automoteur sur un ouvrage routier, un piéton, un cycliste... selon la nature de l'ouvrage routier.

11 Le maître d'ouvrage est la personne publique affectataire ou concessionnaire de l'ouvrage routier. Par exemple le maire sur le réseau communal, le président du conseil général sur le réseau départemental...

12 Le maître d'œuvre est un agent titulaire d'une mission de service public d'organisation et de gestion des actions hivernales, octroyée par un maître d'ouvrage. Il est plus communément appelé : gestionnaire ou exploitant routier, service technique...

Sur les réseaux routiers départementaux et communaux, toutes les voiries ne font pas l'objet de la même attention. Compte tenu de l'engagement financier et humain important que représente cette activité, certains axes, à forts enjeux socio-économiques sont prioritaires et font l'objet d'un niveau de service hivernal¹³ (Ni) plus ambitieux (par exemple, une surveillance et des interventions en H24 pour limiter la gêne au déplacement à quelques heures y compris sous intempéries en cours). A contrario, d'autres (secondaires ou locaux) ne sont traités d'occasionnellement (une seule fois, une fois l'intempérie terminée) voire pas du tout (dénéigement seul sans salage).

Qu'elle soit pleinement assumée au niveau politique (une communication claire est faite à la population) ou non, une hiérarchie est une réalité sur le territoire, du fait même des moyens d'action disponibles, en taille et en réactivité. Cette hiérarchie est présente sur les réseaux des collectivités territoriales.

Par contre, sur les réseaux autoroutiers concédé ou national, les choix politiques de niveau de service sont plus homogènes, l'ensemble du réseau étant à haut niveau de service (N1). Avec un niveau d'exigence supérieur sur le réseau concédé, car l'utilisateur est aussi un client qui paie directement son accès au réseau.

La voirie communale à dominante rurale, le service hivernal se limite aux accès piétons de la voirie communale d'intérêt général : accès à l'école, à l'église, à l'arrêt de bus... Car le réseau structurant est généralement géré par le Département, il s'agit de la route départementale en traversée d'agglomération.

Dans les communes plus importantes, une discrimination en niveaux de service s'affiche, avec une priorité sur les axes routiers importants, les voies de transport en commun, le cœur de ville, et l'accès aux services publics.

Schématiquement, les actions déclinées selon le niveau de service du réseau routier sont les suivantes :

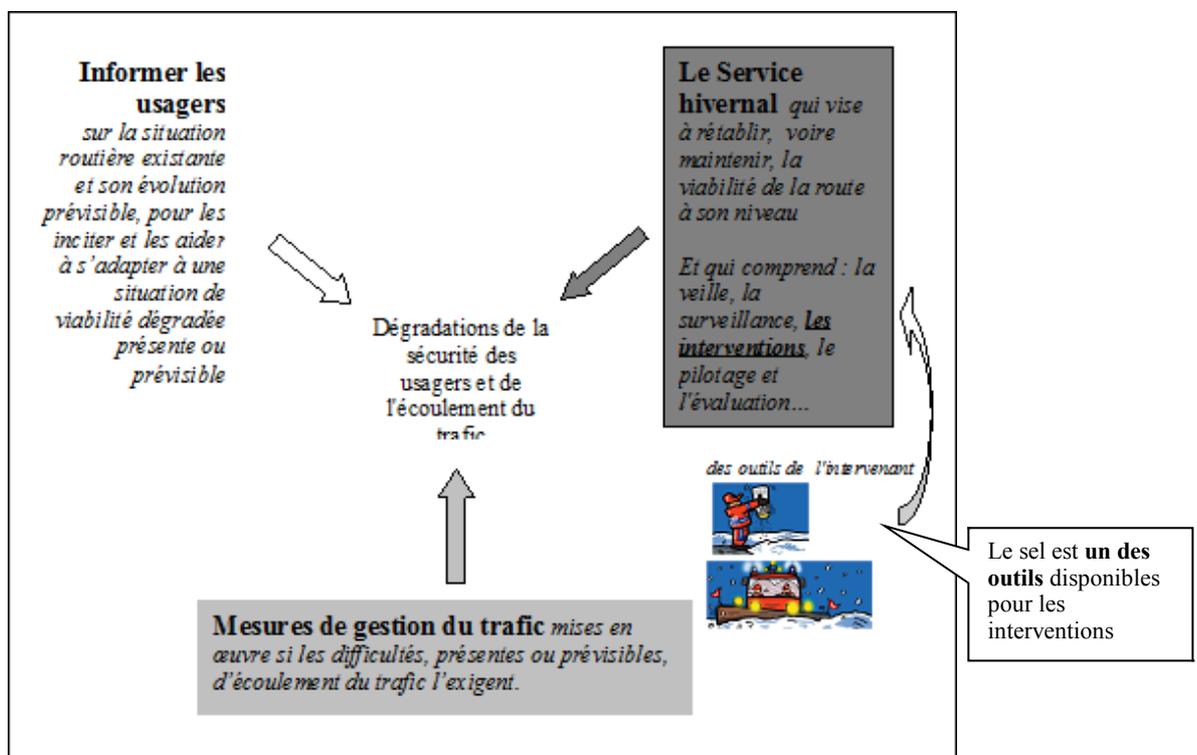


Figure 3. L'exploitation hivernale : les actions mises en œuvre.

13 Le **service hivernal** est l'ensemble des actions de surveillance, de prévention et de lutte, directement sur le réseau routier, contre les manifestations routières des phénomènes hivernaux (verglas, neige, congères).

2.3.2. Une rigueur hivernale variable sur le territoire

La sensibilité météo-routière du territoire correspondant à celui de la compétence de l'AERM présente une forte hétérogénéité : entre Colmar dans la plaine d'Alsace et le col de la Schlucht, ou entre la vallée de la Meuse et le Pays Haut, les phénomènes et leur récurrence ne sont pas identiques. Pour traduire finement la réalité de l'engagement des services d'exploitation de la route et donc les quantités de fondants utilisés (cf. § 3), il faudrait disposer de données très précises par centre routier. Or, ces données ne sont pas disponibles, les seules réellement accessibles sont la consommation globale d'un gestionnaire routier pour chaque hiver.

Une première proposition est d'adopter deux zones territoriales, sur lesquelles la pression de fondant sera considérée comme homogène du point de vue climatique : une zone dite « de montagne » d'une part, et le reste du territoire d'autre part. Ce choix est réducteur mais il répond relativement bien aux attentes de l'AERM de caractériser ses têtes de bassin.

Une autre proposition est serait de caractériser la rigueur hivernale par l'Index Viabilité Hivernale, qui est un indicateur des difficultés d'exploitations hivernales du réseau routier, construit entièrement autour de paramètres météorologiques (hydrométéores, températures...).

La période hivernale de référence est de cinq mois : du 1er novembre de l'année(n) au 31 mars de l'année(n+1). La méthodologie de calcul est identique pour tous les sites, ce qui permet une comparaison entre sites et entre hivers. Les IVH permettent ainsi de faire suivre le rythme d'approvisionnement en fondants et de pondérer les consommations d'un hiver à un autre par les services de viabilité hivernale.

Il est consultable sur le site <http://www.viabilite-hivernale.equipement.gouv.fr/ivh-et-ivh100-en-france-serie-1977-a9388.html>

Les sites dans le périmètre d'étude et pour lesquels un IVH est calculé chaque hiver depuis l'hiver 1977/78, sont : Charleville-Mézières (08) depuis l'hiver 90/91 – Nancy Essey (54) – Metz Frescaty (57) – Strasbourg (67) – Colmar (68) – Bâle Mulhouse (68) – Épinal (88) depuis l'hiver 86/87

Finalement, le parti pris pour l'étude 2015 est de différencier les quantités de fondants épandus selon la rigueur hivernale Hi dans laquelle se situe le réseau traité.

Une circulaire¹⁴ propose une méthode de caractérisation de la rigueur moyenne hivernale. Elle permettait notamment d'avoir un zonage climatique de la France.

Elle fait moins référence aujourd'hui pour la caractérisation de la rigueur des hivers (l'indicateur Hi a été remplacé par l'IVH), mais elle reste néanmoins très utilisée par les gestionnaires routiers, pour la définition de leur zonage climatique local.

14 Circulaire du 4 septembre 1978 relative à l'organisation et à l'exécution du service hivernale. Document amandé par la Lettre-circulaire de la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière (DSCR) du 29 décembre 1994 précisée par celle du 31 octobre 1996, qui conserve cette classification Hi pour la définition des objectifs de qualité en viabilité hivernale et le dimensionnement des moyens. Un guide à l'élaboration du DOVH de 1994 actualise et explicite la méthode de calcul du Hi dans son annexe B1 :

5 zones différentes de rigueur hivernale H1 à H5 sont définies, à partir d'un critère qui résulte de la somme de 3 termes :

- J1 : le nombre moyen annuel de jours au cours desquels est constatée une chute de neige suffisante pour blanchir une chaussée non traitée aux fondants
- J2 : le nombre moyen annuel de jours au cours desquels est constaté l'apparition du verglas sous précipitation
- J3 : le nombre moyen annuel de jours au cours desquels est constatée l'apparition de verglas hors précipitations

Les zones H1 à H5 sont définies comme suit :

H1 (zone à hiver clément) si $J1 + J2 + J3 \leq 10$

H2 (zone à hiver peu rigoureux) si $10 < J1 + J2 + J3 \leq 30$

H3 (zone à hiver assez rigoureux) si $30 < J1 + J2 + J3 \leq 50$

H4 (zone à hiver rigoureux) si $50 < J1 + J2 + J3 \leq 90$

H5 (zone à hiver extrêmement rigoureux) si $J1 + J2 + J3 > 90$

Dans le périmètre d'étude, les zones sont de niveau H3 « zone à hiver assez rigoureux » et H4 « zone à hiver rigoureux » (massif des Vosges, Pays Haut, Pays de Bitche).

La carte suivante représente ces zones Hi sur le territoire de l'AERM :

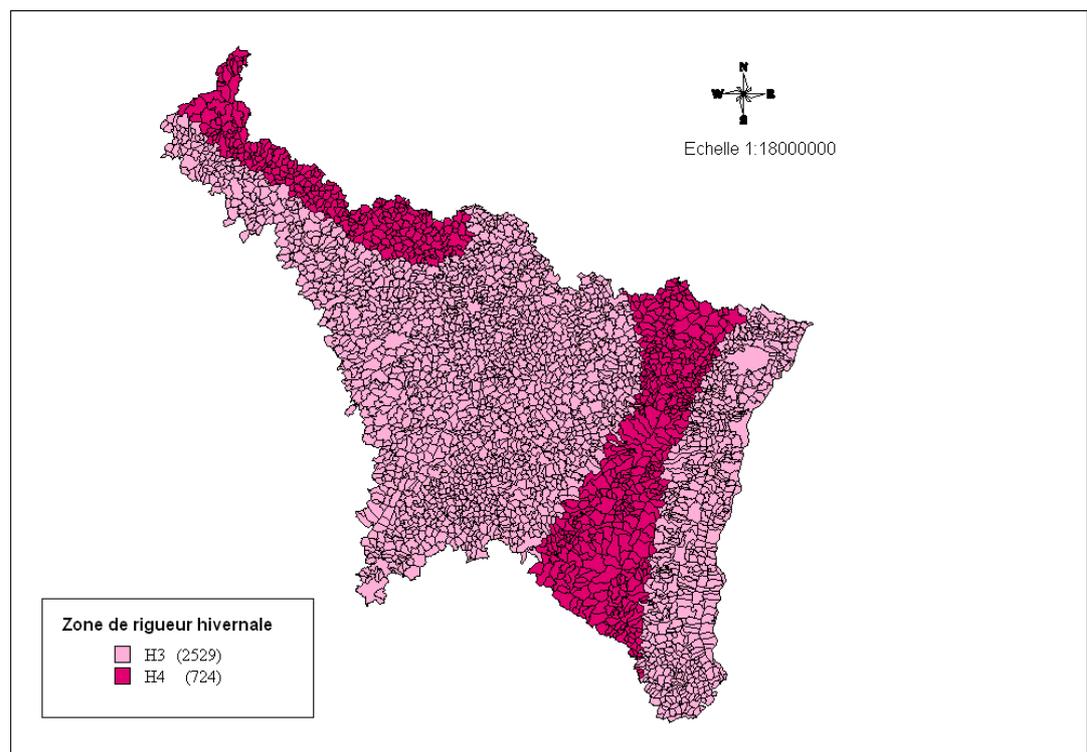


Figure 4. Le zonage climatique selon la méthodologie Hi du territoire de l'AERM.

2.3.3. Les conséquences en terme d'usage du sel

Généralités

Le terme *fondant routier*¹⁵ agrège tous les produits dont les propriétés physico-chimiques permettent d'éviter la formation de glace et/ou d'assurer la fusion de la glace ou de la neige. Cette appellation usuelle de *sels routiers* recouvre essentiellement l'usage du chlorure de sodium en grains (NaCl).

De fait, seul un produit soluble peut répondre à cette définition, qu'il soit d'origine naturelle ou chimique. Ainsi, les abrasifs ne sont pas des fondants routiers et leur principe actif est très différent de celui des fondants.

Les gestionnaires routiers en sont les principaux utilisateurs. Toutefois, les attentes associées à l'usage du sel sont parfois démesurées, notamment du point de vue des élus et des citoyens. L'adage qui veut que la dose fasse l'effet, reste malheureusement encore fréquent. Si ses apports sont indéniables, sous réserve d'être bien maîtrisés, il n'est qu'un levier d'action parmi d'autres. L'efficacité en viabilité hivernale est essentiellement le fruit d'une bonne organisation, déployée et structurée en réponse aux objectifs de qualité du réseau routier concerné.

Les pratiques de salage disponibles : les données collectées

Selon le gestionnaire de la voirie (cf. § 2.2.2) et le niveau de service qui lui est affecté (cf. § 2.3.1), les pratiques d'usage du sel peuvent être mieux caractérisées.

Celles qui ont pu être recueillies à l'échelle du territoire de l'AERM sont les suivantes :

15 Selon l'article 5.6.1 de la norme NF P 99-320 (Météorologie routière Recueil des données météorologiques et routières Terminologie) : « C'est un produit destiné à éviter la formation de glace et/ou à assurer la fusion de la glace ou de la neige. Il peut se présenter sous une forme solide ou liquide. Il peut être épandu pur, dilué, dissous ou en mélange ».

Complété de l'article 3.1 de la norme XP 98-181 : « il possède un ensemble de propriétés physico-chimiques lui conférant une valeur d'usage dans la cadre de l'exploitation hivernale (tenue au stockage, mise en œuvre, efficacité, pouvoir fondant, niveau d'impact pour l'ouvrage routier, l'environnement et la santé publique »

Tableau 2 : Tonnages utilisés chaque hiver pour le salage de la voirie selon les différents gestionnaires routiers.

Gestionnaire routier	Données d'épandage disponibles à ce jour
Autoroutiers concédés ¹⁶ : SANEF et APRR	Aucune donnée disponible L'intégralité du réseau est à haut niveau de service (N1) et situé en zones climatiques H3 et H4
Réseau national géré par la DIR Est	La base de données est fiable à compter de l'hiver 2006/07 sur le tonnage par hiver. L'intégralité du réseau est à haut niveau de service (N1) et situé en zones climatiques H3 et H4 Quelques données par CEI dont la climatologie et le réseau routier de compétence illustre globalement toutes les composantes de la DIR Est sur le territoire d'étude : ☐Fléville : zone H3 (plateau lorrain) – réseau autoroutier ☐Champigneulles : zone H3 – réseau autoroutier ☐Felling : zone H4 (gestion RN66 col de Bussang – montagne des Vosges) – réseau bidirectionnel ☐Lunéville : zone H4 (contrefort des Vosges) – réseau mixte ☐Strasbourg : zone H3 (plaine d'Alsace) – autoroute ☐Villers la Montagne : zone H4 (Pays Haut) – autoroute Mais les linéaires de compétence entre CEI semblent avoir été remodelé sur cette période.
RN géré par la DIR Nord	Aucune donnée disponible L'intégralité du réseau est à haut niveau de service (N1) et situé en zones climatiques H3 et H4

¹⁶ Autoroute avec péage

Réseau départemental géré par les Conseils Départementaux	
Hormis Gérardmer (CD 88), la compétence territoriale des CEI couvre soit la zone climatique H3 exclusivement, soit elle cumule les deux zones H3 et H4	
CD 08	Une donnée générale du tonnage épandu par hiver depuis 2005. Pas de données spécifiques sur des CEI
CD 52	Aucune donnée
CD 54	Une donnée générale du tonnage épandu par hiver depuis 2002. Pas de données spécifiques sur des CEI
CD 55	Une donnée générale de du tonnage épandu par hiver depuis 2000. Pas de données spécifiques sur des CEI
CD 57	Une donnée générale de du tonnage épandu par hiver depuis 1992. Pas de données spécifiques sur des CEI
CD 67	Une donnée générale de du tonnage épandu par hiver depuis 1999. Pas de données spécifiques sur des CEI
CD 68	Pas de données
CD 88	Une donnée générale de du tonnage épandu par hiver depuis 1999. Des données par CEI depuis 2004 pour Vittel, Épinal, Saint Dié et Remiremont, et depuis 1999 pour Gérardmer.
CD 90	Pas de données
Communes groupement communes	et de 112 réponses à l'enquête sur les usages de sel initiée par l'AERM (l'ensemble des réponses est en annexe C) dont 105 sont valorisables. Ce qui représente potentiellement une valorisation des données de 183 communes pour la présente étude (la CUS-Strasbourg, la CUGN-Nancy et M2A-Mulhouse représentant respectivement 28, 20 et 33 communes). Ce qui reste faible au regard du territoire de l'AERM, et spatialement inégal (cf. figure 5) Globalement les données portent sur les 5 dernières années au plus. Il s'agit des tonnages épandus sur la voirie mais parfois seuls les achats annuels sont connus. Elles sont situées en zones H3/H4 dans une proportion de 50/50
Les particuliers	Pas de données disponibles.

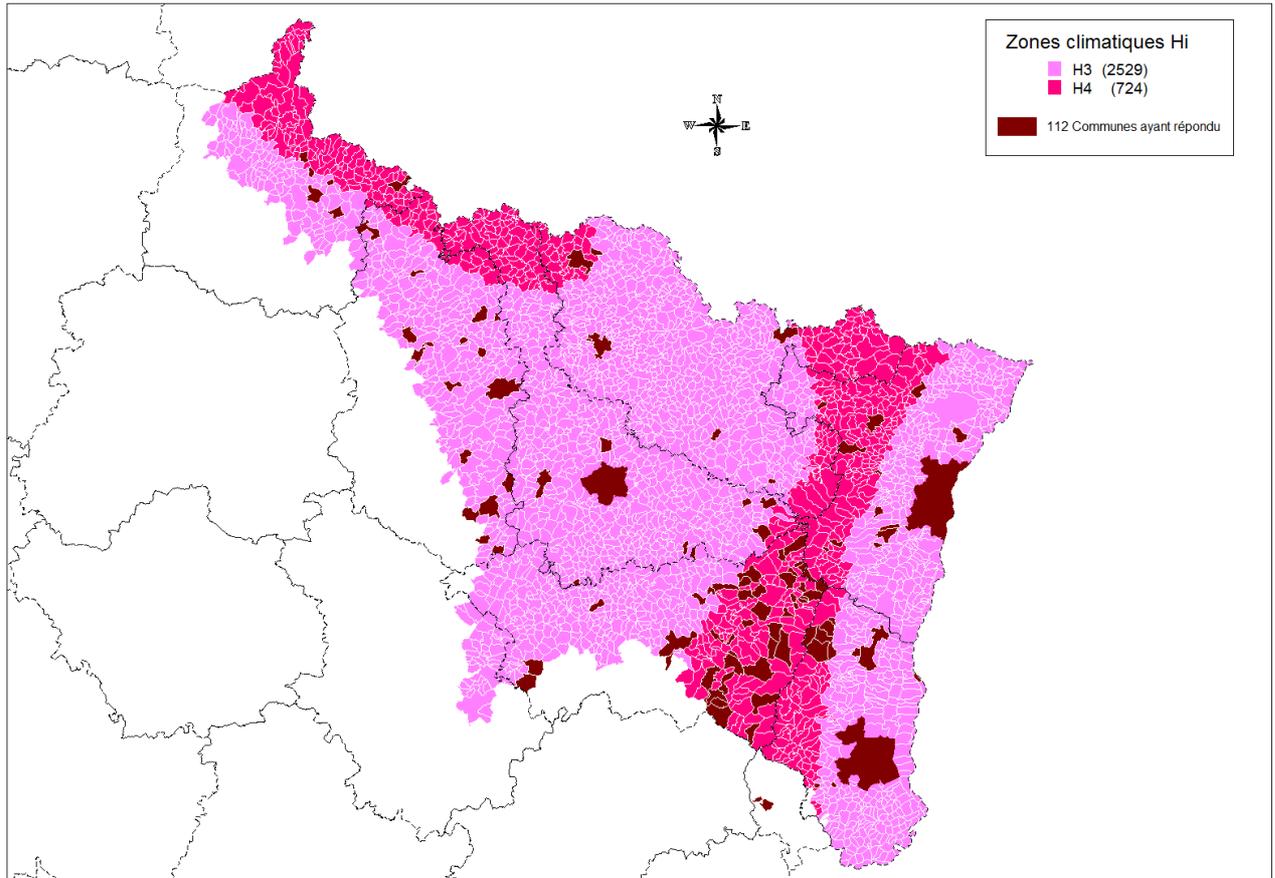


Figure 5. Localisation des communes ayant répondu à l'enquête (détail en Annexe A).

3. L'analyse conduite

3.1. La cartographie

3.1.1. Référentiels SIG choisis

Deux principaux référentiels et bases de données SIG sont choisis selon le réseau concerné :

- ISIDOR : toutes les données du patrimoine routier du réseau national sont disponibles via l'application ISIDOR du Sirnet (site d'information du système d'information routier) géré par la Direction Technique Infrastructures de Transport et Matériaux (ex Setra) ;
- ROUTE 500® est un produit dérivé de la Base de Données Cartographique (BD CARTO®) et contient l'intégralité du réseau routier classé dont les routes départementales ;
- ROUTE 500® et ROUTE 120® contient également les données géoréférencées des communes (emprise, population, superficie, localisation du « nœud routier » de la commune)
- Base de données des masses d'eau du bassin Rhin-Meuse
- Base de données des zones de rigueurs hivernale.

3.1.2. La voirie routière

Le Système d'Information Géographique permet de géoréférencer tous les tronçons routiers en y affectant différentes données routières. Les données qui nous intéressent pour cette étude concernent principalement la géométrie du réseau (longueur, largeur de voie).

Ce type de données est particulièrement bien renseigné pour le réseau national grâce aux bases de données ISIDOR, moins pour le réseau départemental. Pour ISIDOR, des données annuelles géoréférencées sont disponibles depuis 2007 à aujourd'hui. Pour ROUTE 500® qui contient le réseau départemental, les données sont issues de la version de décembre 2009.

3.1.3. Bassin Rhin-Meuse et ses bassins versants

Le territoire de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (ou bassin hydrographique) couvre partiellement 3 régions et 8 départements et comporte 3240 communes pour une superficie de 31 400 km². Il fait partie de deux districts hydrographiques internationaux : celui du Rhin et celui de la Meuse.

Le réseau routier concerné par le territoire du bassin Rhin Meuse est géré par différents exploitants :

- Pour le réseau national, la quasi totalité est gérée par la DIR Est, une infime partie restante à la DIR Nord.
- Un réseau autoroutier concédé : SANEF (A4 jusqu'à l'embranchement de Verdun – Commune de Landrecourt l'empire) et APRR (A31 de Gye à la limite du bassin soit à proximité de l'embranchement A3/A5)
- Pour le réseau départemental, la gestion est répartie entre les 8 Conseils Généraux des Ardennes, Meurthe et Moselle, Meuse, Moselle, Bas Rhin, Haut-Rhin, Vosges, Haute Marne (quelques communes).

3.2. Les démarches de caractérisation adoptées

3.2.1. Description de la voirie

Caractéristiques dimensionnelles et spatiales

Les conventions de largeur de voies pour se raccorder à une surface (m²) :

Pour le **réseau routier national**, il existe une base de données définissant la largeur de voie entretenue de chaque tronçon routier. La surface traitée a donc été calculée à partir de cette base de données.

Pour le **réseau départemental**, chaque tronçon est défini par un nombre de chaussées et un nombre de voies.

Le tableau suivant présente les largeurs de voie retenues pour chaque tronçon :

Tableau 3 : Largeurs de voie retenues pour chaque tronçon.

Nombre de chaussées	Nombre de voies	Largeur (m)
1 chaussée	1 voie ou 2 voies étroites	6
1 chaussée	2 voies	7
1 chaussée	3 voies	10,5
1 chaussée	4 voies	14
2 chaussées	Sans objet	14

Sur la voirie communale, l'intégralité du tonnage est affectée à l'intégralité du territoire.

L'intégralité des réseaux routiers des départements de Meurthe et Moselle, de la Moselle et du Bas Rhin s'inscrit dans le territoire de l'AERM. La comparaison entre les surfaces routières calculées selon le principe décrit, et celles annoncées au DOVH¹⁷ de ces départements, permet de valider cette approche à 10 % près :

Tableau 4 : comparaison des surfaces routières calculées et celles issues des DOVH en m²

Département	Surface routière issues du DOVH	Surface calculée	majoration
54	Donnée non disponible	24 601 501	
57	27 888 633	30 220 288	8 %
67	24 000 000	26 288 724	10 %

¹⁷ DOVH : Dossier d'organisation de la viabilité hivernale. Document, élaboré par le maître d'œuvre pour le compte du maître d'ouvrage, destiné à présenter les principes généraux qui régissent la viabilité hivernale de son réseau, les objectifs généraux du service hivernal et l'essentiel de son organisation

Réseau routier	Données SIG				Données - Source gestionnaires routiers	
	date	Surface totale	Réseau prioritaire (N1 + N2)	Réseau non prioritaire	Année	Surface (m ²)
DIR Est	2009	20,839,962	-	-	2012	27,254,061
CD 08	2009	22,007,857	8,823,022	13,184,835	2012	17,511,000
CD 52	2009	25,654,578	9,557,447	16,097,130		
CD 54	2009	24,601,501	11,892,336	12,709,165		
CD 55	2009	23,664,820	10,916,111	12,748,708	2013	19,795,423
CD 57	2009	30,220,288	13,438,414	16,781,874	2013	27,888,633
CD 67	2009	26,288,724	13,610,511	12,678,212	2013	24,000,000
CD 68	2009	18,365,498	9,329,567	9,035,930		
CD 88	2009	25,275,473	13,093,509	12,181,964	2013	18,445,694

Pour l'ensemble des gestionnaires de réseaux routiers interurbains, les surfaces routières à l'échelle du territoire de l'AERM représentent de l'ordre de 165 km² :

Tableau 5 : Distribution des différents réseaux routiers par département (limites territoriales) sur le territoire d'étude de l'AERM.

Département	Surface en m ²			
	Réseau autoroutier concédé (APRR ou SANEF)	Réseau national (DIR Est)	Réseau départemental (CG)	total
08	0	1,027,264	10,657,549	11,684,813
52	263,644	0	2,108,848	2,372,492
54	552,812	3,070,194	24,624,016	28,247,022
55	500,604	266,742	13,931,167	14,698,513
57	1,454,207	3,065,196	30,230,962	34,750,365
67	762,226	2,348,117	26,298,343	29,408,686
68	147,456	1,996,954	18,022,325	20,166,735
88	711,196	1,687,481	20,501,580	22,900,257

Les surfaces de réseaux traités ont été calculées à partir des données SIG de Route500 (version 2009) en appliquant les largeurs routières types définies dans le tableau 3.

Pour les **communes**, le réseau routier n'est pas détaillé. La représentation des communes est rapportée à l'ensemble de son territoire (surface).

Pour les **communautés urbaines** ayant une compétence routière (à notre connaissance sur le territoire de bassin : Strasbourg, Mulhouse, Nancy), l'ensemble des communes de l'intercommunalité sont assimilées à une commune unique fictive représentant cette intercommunalité.

Niveaux de service hivernaux (Ni)

La pression en sel est proportionnelle à celle des objectifs de qualité attendu en période hivernale sur cette voirie (cf. § 2.3.1), tels qu'arrêtés par le propriétaire de la voirie (cf. § 2.2.2). Les choix suivants ont été adoptés pour la description des niveaux de service de viabilité hivernale sur le territoire de l'AERM.

Le réseau national est considéré intégralement en niveau prioritaire.

Globalement, la lecture des DOVH des **départements** propose quatre niveaux de service. L'usage des fondants routiers est assez homogène sur les deux premiers niveaux (N1 et N2). Le niveau N2 est très proche du niveau N1 en ce qui concerne les traitements de service hivernal, les différences portent essentiellement sur les délais d'action des services plus longs et interrompus en période nocturne. Par contre, sur les niveaux N3 et N4, l'engagement des services opérationnels est clairement réduit. En ce qui concerne l'usage du sel, il est restreint, voire supprimé sur tout ou partie du réseau N3.

De fait, les tonnages de sel épandus le sont fréquemment sur les réseaux routiers à fort niveau de service hivernal (N1 et N2), que l'on peut qualifier de prioritaire pour les départements. A contrario, le réseau non prioritaire, regroupant les réseaux de niveaux N3 et N4 de viabilité hivernale, reçoit moins de sel.

Une **représentation du réseau interurbain prioritaire et non prioritaire** figure en Annexe D, les surfaces associées sont données dans le Tableau 7.

La **voirie communale et communautaire** n'est pas discriminée en niveau de service dans la présente étude, faute de données disponibles.

La définition d'une hiérarchie de niveau de service se structure différemment entre les communes rurales et les centres urbains. La voirie communale à dominante rurale, le salage, lorsqu'il est mis en œuvre, se limite aux accès piétonniers de la voirie communale (accès à l'école, à l'église, à l'arrêt de bus, ...). Sur les communes à dominante urbaine, une discrimination en niveaux de service s'affiche, avec une priorité sur les axes routiers importants, les voies de transport en commun, le cœur de ville et l'accès aux services publics.

La figure ci-après représente la typologie des communes au niveau du bassin.

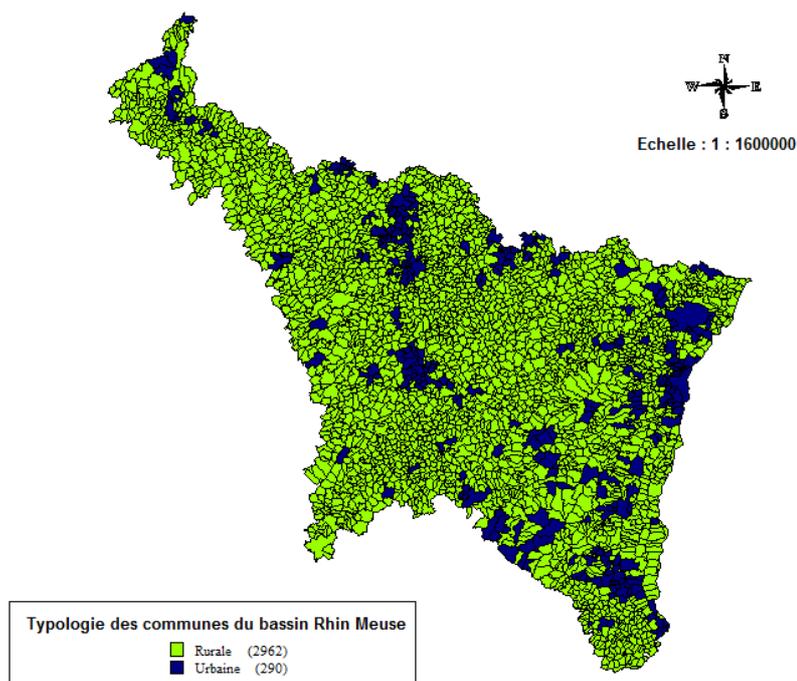


Figure 6. Typologie des communes du bassin versant Rhin-Meuse.

Zonage climatique

Tout comme le niveau de service, la climatologie locale a un poids significatif sur l'engagement des services d'intervention et de fait d'usage du sel (cf. § 2.3.2 et § 2.3.3.2).

Sur la base des données SIG (cf. § 3.1), des hypothèses dimensionnelles, de niveau de service « prioritaire » ou « non prioritaire » et de zonage climatique « H3 » ou « H4 », les surfaces routières des réseaux interurbains sont ainsi décrites :

Tableau 6 : Surfaces salées sur le réseau national en m² (base SIG), de niveau de service « niveau prioritaire - P » et selon leur rigueur climatique (zone H3 ou zone H4).

Localisation départementale	Autoroutes concédées (SANEF - APRR)		Réseau DIR Est et Nord	
	zone H3	zone H4	zone H3	zone H4
08	0	0	453 090	574 173
52	263 644	0	0	0
54	552 812	0	2 770 369	299 824
55	500 603	0	266 671	70
57	1 322 315	131 891	2 451 184	614 011
67	500 717	261 508	2 317 019	44 675
68	82 317	65 138	1 759 602	237 351
88	711 196	0	637 362	1 050 118
Surface totale	3 933 605	458 539	10 655 300	2 820 224

Soit un réseau RN de 17 867 668 m².

Tableau 7 : Surfaces salées sur le réseau départemental en m2 (base SIG), selon leur niveau de service « niveau prioritaire - P » et « non prioritaire - NP » et selon leur rigueur climatique (zone H3 ou zone H4)

Code Dépt	Réseau prioritaire		Réseau non prioritaire		totaux
	Zone H3	Zone H4	Zone H3	Zone H4	
	P-H3	P-H4	NP-H3	NP-H4	
08	1 757 835	2 664 287	3 406 709	2 828 717	10 657 549
52	671 237	0	1 437 610	0	2 108 848
54	10 397 137	1 500 121	10 730 938	1 995 818	24 624 016
55	6 061 739	575 802	6 458 142	835 482	13 931 167
57	10 658 616	2 765 265	13 612 477	3 077 245	30 113 604
67	10 474 211	3 118 598	8 283 263	4 408 696	26 284 770
68	7 445 183	1 806 386	7 290 487	1 480 267	18 022 325
88	6 591 082	4 219 200	5 861 526	3 829 771	20 501 580
totaux	54 057 043	16 649 663	57 081 154	18 455 999	146 243 860

P-H3 : Routes départementales prioritaires situées dans la zone de rigueur hivernale H3.

P-H4 : Routes départementales prioritaires situées dans la zone de rigueur hivernale H4.

NP-H3 : Routes départementales non prioritaires situées dans la zone de rigueur hivernale H3.

NP-H4 : Routes départementales non prioritaires situées dans la zone de rigueur hivernale H4.

En ce qui concerne la représentation communale, la représentation des communes reste trop modeste : 105 réponses. Ce qui représente 183 communes (dont celle de la ville de Belfort qui n'est pas dans le territoire de l'AERM) sur un ensemble de 3 253 communes.

La représentation des communes de forte rigueur hivernale « H4 » est moins mauvaise (53 communes sur un total de 724 communes du territoire de l'AERM).

Tableau 8 : Caractérisation des **communes ayant répondu au regard du potentiel de 3 253 communes appartenant au périmètre de l'AERM, selon leur zone de rigueur hivernale**

population	Nb. réponses	total	Dont en Zone H3		Dont en Zone H4	
			Rép.	Nb total	Rép.	Nb total
Inférieure à 500 habitants	36	1812	18	1471 soit 1,2 %	18	341 soit 5,3 %
De 500 à 9 999 habitants	56	1383	24	1008 Soit 2,4 %	32	375 soit 8,5 %
De 10 000 à 99 999 hab.	9	54	6	46 Soit 13 %	3	8 soit 37,5 %
Supérieure à 100 000 hab.	4	4	4	soit 100 %	0	soit 0 %
totaux	105	3253	52	2529 (2,1%)	53	724 (7,3%)

3.3. Description de la pression en fondant NaCl

Le sel (NaCl) est le seul fondant dont les usages ont été étudiés dans la présente étude. Certaines communes utilisent d'autres fondants (chlorure de calcium notamment) ou d'autres techniques de traitement, avec l'emploi d'abrasifs (cf. § 2.3.3). Ces données sont exclues de périmètre de l'étude.

Interurbain

Pour une étude sur une période au-delà de 10 ans, une reconstruction ou/et une extrapolation sur la base des rares données disponibles serait à mettre en œuvre, pour couvrir une période depuis 1977¹⁸ et tout le territoire d'étude. Ceci concerne aussi bien les tonnages épandus que les linéaires/surfaces des réseaux routiers.

L'hétérogénéité des historiques d'usage du sel disponibles selon les gestionnaires routiers (cf. § 2.3.3) et de celle des compétences de gestion du réseau routier interurbain (cf. § 2.2.3), a restreint le périmètre de l'étude à la période la plus récente.

L'hiver 2005/06 est un hiver charnière. Les transferts étaient d'avancement variable selon les départements, et se sont souvent opérés le 1^{er} janvier 2006. De fait la consommation de fondant de cet hiver est plus ou moins connue mais peut difficilement être ventilée entre réseau RN et RD. *De fait l'hiver 2005/06 est souvent exclu du périmètre de l'étude.*

Pour les données anciennes (avant 2005), l'information des surfaces traitées est souvent manquante alors que celle de la consommation de sel est disponible.

Dans ce sens, pour cette étude de caractérisation de flux de sels de voiries, nous nous sommes concentrés sur les données d'hivers « caractéristiques » d'un passé proche : (cf. §3.2 .1)

- hiver très clément : 2006/07 ou 2013/14 représentatifs d'un hiver à pression minimum
- hiver rigoureux à très rigoureux : 2012/13 représentatif d'un hiver à pression maximum

Le choix s'est fait sur une lecture régionale des IVH des dernières années, et des consommations extrêmes de fondants fournies par les gestionnaires routiers.

Ces hivers de référence retenus, postérieurement à la création des DIR, nous permettent de disposer de données récentes fiables au niveau des consommations de fondants routiers, mais également de données SIG consolidées ; ce qui ne semble pas être le cas avant 2005.

La caractérisation de la pression en sel, est donc décrite sur ses valeurs extrêmes : celle de l'hiver minimum et de l'hiver maximum dans la période de l'hiver 2006/07 à l'hiver 2013/14.

Les données d'usage non connues de certains gestionnaires routiers (autoroutes concédées, DIR Nord, départements 52 et 68), ont été ajustées à celles d'autres gestionnaires routiers dont les usages sont similaires (typologie du réseau, niveau de service hivernal adopté et contexte climatologique).

Pour les autoroutes concédées, aucune donnée n'est disponible. De ce fait, les dosages du réseau de la DIR Est sont majorés arbitrairement de 20% (l'accès payant à ce réseau où l'utilisateur est regardé comme un client, conduit à une définition de condition de circulation minimale de meilleure qualité par rapport à celui du réseau de la DIR Est, du fait que les interventions sont plus nombreuses et plus fréquentes). C'est une approche empirique qui demande à être mieux validée.

¹⁸ 1977 : hiver le plus ancien pour lequel un IVH a été calculé

Tableau 9 : Hypothèses prises sur les dosages appliqués par gestionnaire sur le réseau interurbain.

Réseau routier	Hypothèses d'ajustement	Dosage	
		Minimale Hiver 2006/07	Forte à très forte Hiver 2012/13
Autoroutes concédées	120 % des valeurs de la DIR Est	359 g/m ²	2669 g/m ²
DIR Est	Hiver 2013/14 pour la pression minimale	299 g/m ²	2224 g/m ²
CG 08		95 g/m ²	878 g/m ²
CG 52	Idem CG 55	91 g/m ²	716 g/m ²
CG 54		185 g/m ²	1306 g/m ²
CG 55		91 g/m ²	716 g/m ²
CG 57		215 g/m ²	1255 g/m ²
CG 67		81 g/m ²	1134 g/m ²
CG 68	Idem CG 67	81 g/m ²	1134 g/m ²

Urbain

Si les pratiques d'usage du sel sont différentes entre les communes rurales et urbaines (cf. § 3.2.1), les données recueillies (cf. § 2.3.3) sont très insuffisantes pour structurer des profils d'usage fiables selon la population¹⁹, à défaut de ne pouvoir le faire à proportion de la surface de voirie traitée.

Les communes appartenant à un EPCI ayant une compétence de voirie sont représentées par cet EPCI dans la présente analyse, à savoir Strasbourg, Nancy et Mulhouse. Il subsiste néanmoins des usages de sel au niveau des communes membres, pour le traitement de la voirie à caractère non communautaire. Il convient de vérifier si ces usages sont intégrés ou non dans ceux de l'EPCI, qui est en charge de l'achat pour l'ensemble des membres. Dans la négative la pression en sel exercée sur le territoire de l'EPCI sera à réévaluer à la hausse.

Afin d'établir un lien entre la taille de commune et le dosage moyen en sel, une zone climatique supplémentaire « fictive » H4' a été définie sur le territoire de l'AERM, caractérisée par une rigueur hivernale forte.

Cette zone H4' regroupe l'ensemble des communes qui desservent les stations de ski (de Gérardmer et de la Bresse) et qui semblent avoir une politique commune de gestion de la viabilité hivernale par leur attrait touristique.

La carte suivante présente les communes du territoire de l'AERM suivant ce nouveau découpage de zones climatiques et la prise en compte de cette nouvelle zone H4' :

19 données 2011 - <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-legales/default.asp>
- arrondi à la dizaine

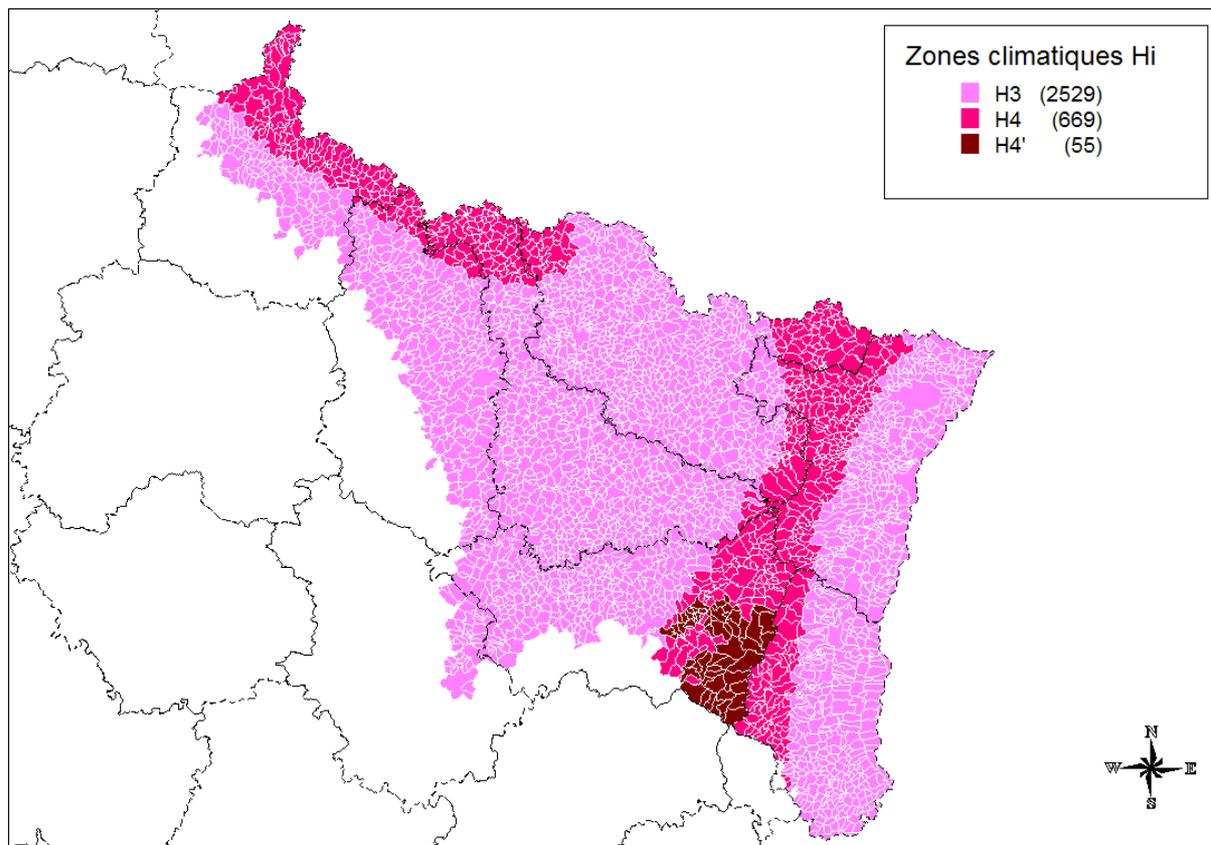


Figure 7 : répartition des communes suivant les zones H3, H4 et H4'

3.4. Modulation selon les niveaux de service - Ni

En considération des politiques de viabilité hivernale (cf. § 2.3.1) et de sa déclinaison territoriale en réseau prioritaire et non prioritaire (cf. § 3.2.1), seule la pression en fondant associée à la gestion hivernale du réseau départemental est modulée.

L'hypothèse arrêtée est que **le dosage (g/m²) appliqué sur le réseau prioritaire est double de celui mise en œuvre sur le réseau non prioritaire**. C'est une première approche, dont la fiabilité n'est pas validée par les données des gestionnaires routiers départementaux.

La répartition du réseau prioritaire/non prioritaire est détaillée au § 3.2.1 (tableau 7)

3.5. Modulation selon le zonage climatique - Hi

En considération d'une rigueur hivernale variable sur le territoire d'étude (cf. § 2.3.2), et de ses conséquences sur les pratiques de salage (cf. § 3.2.1), la pression en fondant est modulée selon la rigueur hivernale Hi.

Réseau interurbain

Seuls les départements 54, 57 et 67 ont leur réseau routier intégralement inscrit dans le territoire de l'AERM. Pour les autres gestionnaires interurbains, la modulation de leurs pratiques de salage selon le niveau de service ou la zone de rigueur hivernale est connue pour un territoire plus vaste. En effet seule une partie de leur réseau routier concerne le territoire de l'étude.

L'hypothèse arrêtée est que **le dosage (g/m²) appliqué sur le réseau H4 est double de celui mise en œuvre sur le réseau H3**. C'est une première approche, dont la fiabilité n'est pas validée par les données des gestionnaires routiers départementaux.

De fait les pratiques de modulation, identifiées à l'échelle globale de l'ensemble de leur réseau, sont transposées à l'échelle de la part du réseau appartenant au territoire de l'AERM.

La méthodologie proposée est la suivante :

<p>Nomenclature :</p>	<p>S, la surface de réseau routier salée, en m², avec S la surface totale du réseau routier concerné S_{AERM}, la surface du réseau routier appartenant au territoire de l'AERM T, le tonnage de sel épandu sur l'hiver considéré D, le dosage (ou la pression) en g/m² de réseau traité La modulation de niveau de service Ni est définie en prioritaire et non prioritaire, P et NP L'expression des zones de rigueur Hi, est rapportée aux deux zones H3 et H4</p> <p>Exemple : le dosage appliqué sur un réseau routier prioritaire de zone H4 est référencé D_{P-H4}</p>	
<p>1^{ère} étape : moduler le dosage selon le niveau de service Ni</p>	<p>L'hypothèse posée est : D_P = 2 x D_{NP}</p> <p>T = T_P + T_{NP}, avec T_P = D_P x S_P et T_{NP} = D_{NP} x S_{NP}, soit : T = (D_P x S_P) + (D_{NP} x S_{NP}) Donc D_{NP} = T / [(2x S_P)+S_{NP}], et les profils de dosage sur les réseaux prioritaire et non prioritaire sont évalués</p> <p>Par suite les dosages D_P et D_{NP} sont ceux appliqués aux surfaces routières appartenant au territoire de l'AERM à savoir S_{AERM-P} et S_{AERM-NP} pour les restitutions cartographiques SIG.</p>	
<p>2^{ème} étape : moduler le dosage selon la zone de rigueur hivernale Hi</p>	<p>L'hypothèse posée est : D_{H4} = 2 x D_{H3}</p> <p>T_P = T_{P-H3} + T_{P-H4}, avec T_P le tonnage de sel épandu sur le réseau prioritaire. Avec T_{P-H3} = D_{P-H3} x S_{P-H3} et T_{P-H4} = D_{P-H4} x S_{P-H4}, soit : T_P = (D_{P-H3} x S_{P-H3}) + (D_{P-H4} x S_{P-H4}) Donc D_{P-H3} = T_P / [(2x S_{P-H4})+S_{P-H3}], et les profils de dosage sur le réseau prioritaire selon la zone Hi sont évalués</p> <p>Par suite les dosages D_{P-H3} et D_{P-H4} sont ceux appliqués aux surfaces routières concernées appartenant au territoire de l'AERM à savoir S_{AERM-P} et S_{AERM-NP} pour les restitutions cartographiques SIG.</p>	<p>La même approche est faite pour la détermination de D_{NP-H3} et D_{NP-H4}</p> <p>Par suite les dosages D_{NP-H3} et D_{NP-H4} sont ceux appliqués aux surfaces routières concernées appartenant au territoire de l'AERM à savoir S_{AERM-P} et S_{AERM-NP} pour les restitutions cartographiques SIG.</p>

Ces modulations successives décrites ci-dessus amènent à un calcul de dosage selon le niveau de service (prioritaire ou non prioritaire) et selon le zonage climatique (H3 ou H4) pour chaque type de réseau

Tableau 11 : réseau départemental - calcul du dosage selon le niveau de service et le zonage climatique pour un hiver rigoureux

Département (CD)	Dosage (g/m ²) pour un hiver rigoureux			
	Réseau prioritaire H3	Réseau prioritaire H4	Réseau non prioritaire H3	Réseau non prioritaire H4
08	962	1,924	518	1,036
52	1,043	2,087	522	1,043
54	1,571	3,143	764	1,529
55	935	1,871	463	926
57	1,450	2,900	739	1,479
67	1,227	2,455	562	1,124
68	1,264	2,529	640	1,281
88	1,755	3,509	875	1,751

Tableau 12 : réseau départemental - calcul du dosage selon le niveau de service et le zonage climatique pour un hiver clément

Département (CD)	Dosage (g/m ²) pour un hiver rigoureux			
	Réseau prioritaire H3	Réseau prioritaire H4	Réseau non prioritaire H3	Réseau non prioritaire H4
08	104	208	56	112
52	133	265	66	133
54	223	445	108	217
55	119	238	59	118
57	248	497	127	253
67	88	175	40	80
68	90	181	46	91
88	460	921	230	459

Tableau 13 : réseau national et autoroutier - calcul du dosage selon le zonage climatique pour un hiver rigoureux

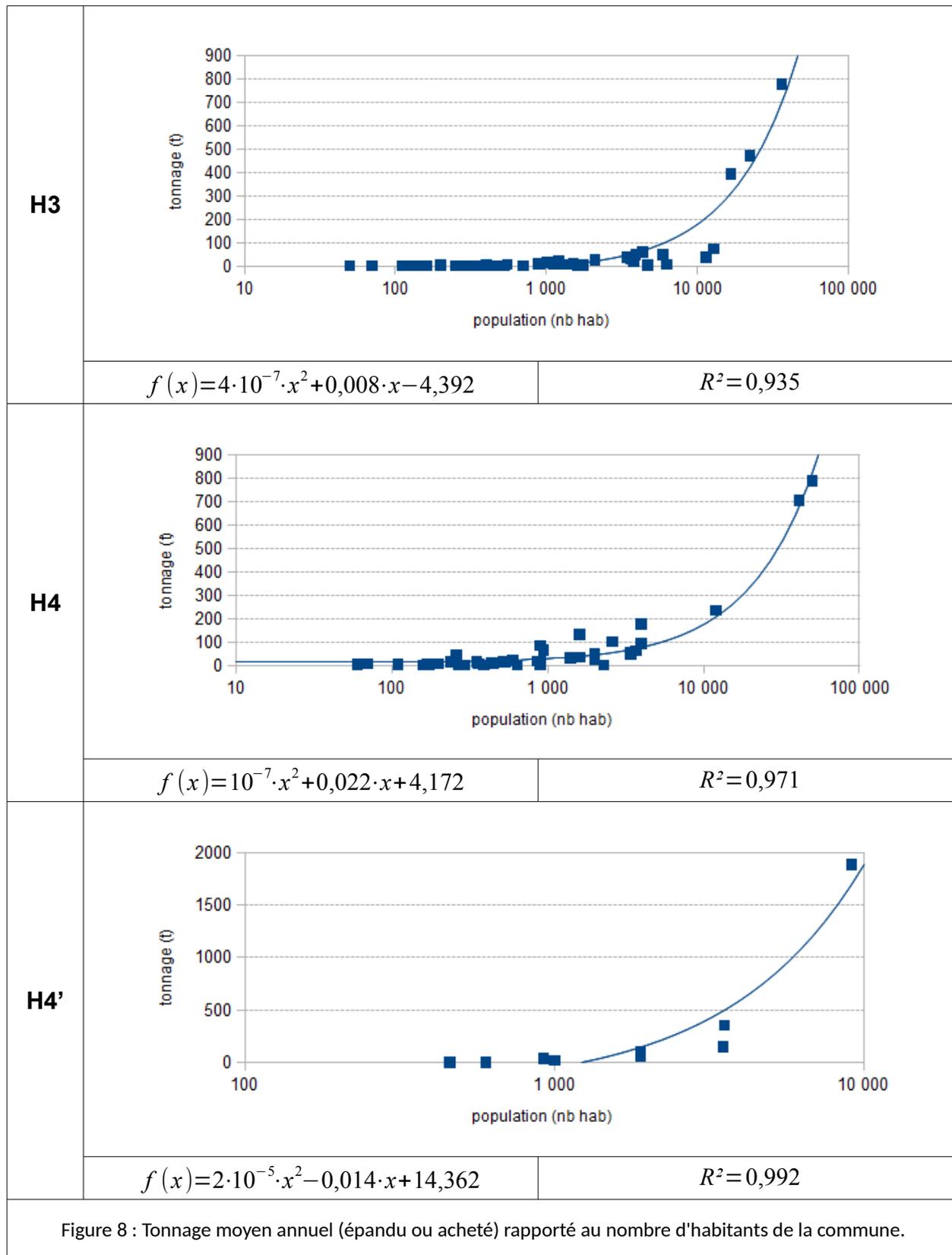
Réseau	Dosage (g/m ²) pour un hiver rigoureux	
	Réseau H3	Réseau H4
DIR	207	835
autoroutier	248	1,002

Tableau 14 : réseau national et autoroutier - calcul du dosage selon le zonage climatique pour un hiver clément

Réseau	Dosage (g/m ²) pour un hiver rigoureux	
	Réseau H3	Réseau H4
DIR	1,539	6,214
autoroutier	1,847	7,457

Voirie urbaine

La répartition des communes suivant les zones H3, H4 et H4' (figure 7) permet d'établir une relation entre le tonnage moyen annuel appliqué sur la commune et sa population, pour chaque zone climatique.



Les équations d'interpolation calculées pour chaque zone climatique permettent d'estimer la pression moyenne annuelle de fondant routier de chaque commune, en fonction de la zone climatique dans laquelle elle se situe.

Pour les communes et communautés de communes dont la population est supérieure à 100 000 habitants (Metz, Mulhouse Alsace Agglomération, Communauté Urbaine du Grand Nancy et Communauté Urbaine de Strasbourg), le tonnage moyen annuel pris en compte est celui des données réelles issues de l'enquête réalisée et est directement réparti sur l'ensemble du territoire de chaque commune ou communauté de communes.

La carte suivante présente le tonnage moyen annuel communal surfacique de fondant appliqué par les communes, cad la quantité de fondant déversé par la commune durant un hiver moyen, rapporté à la surface de la commune (en t/m²) :

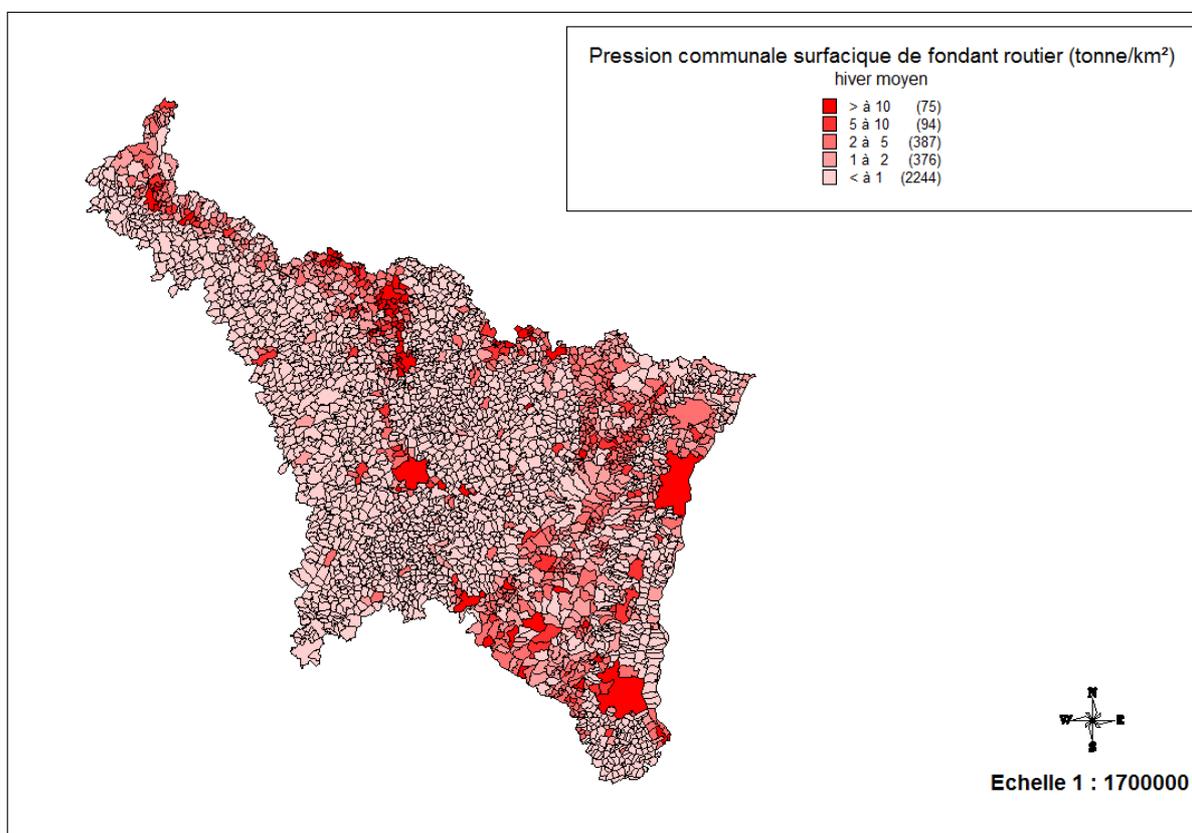
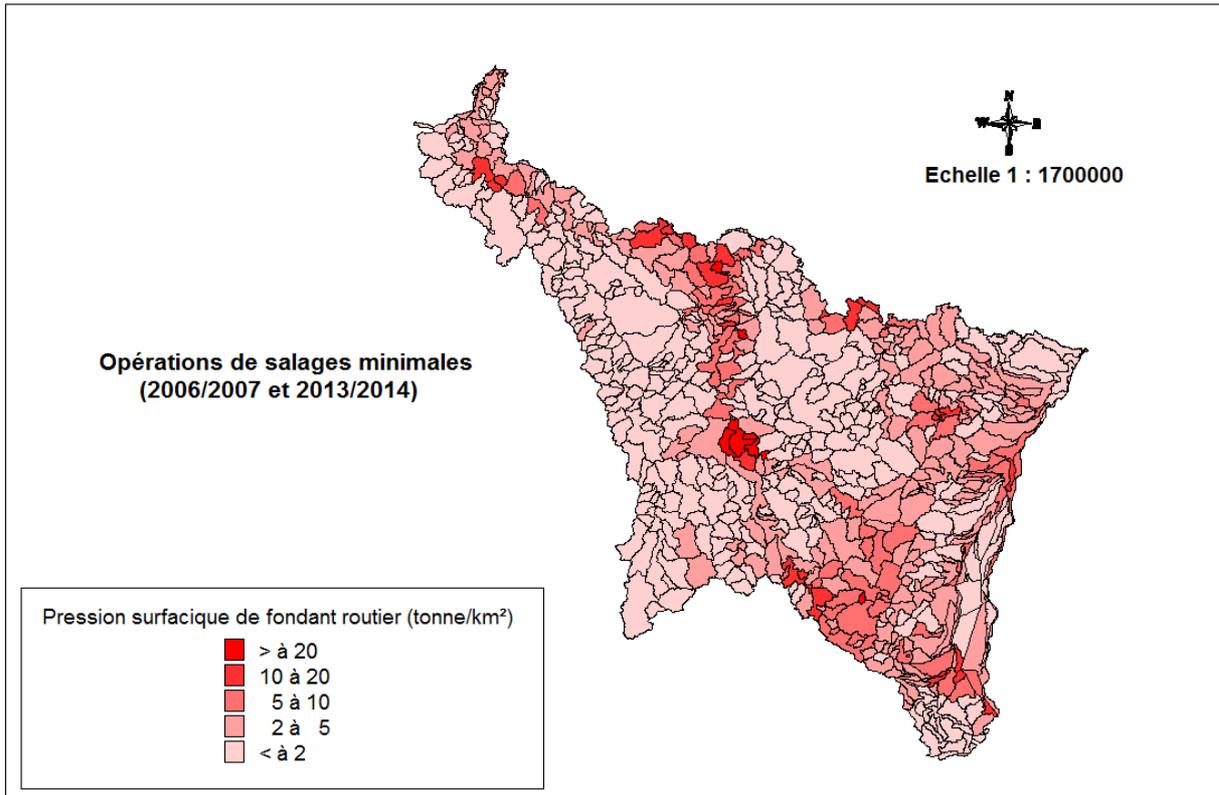


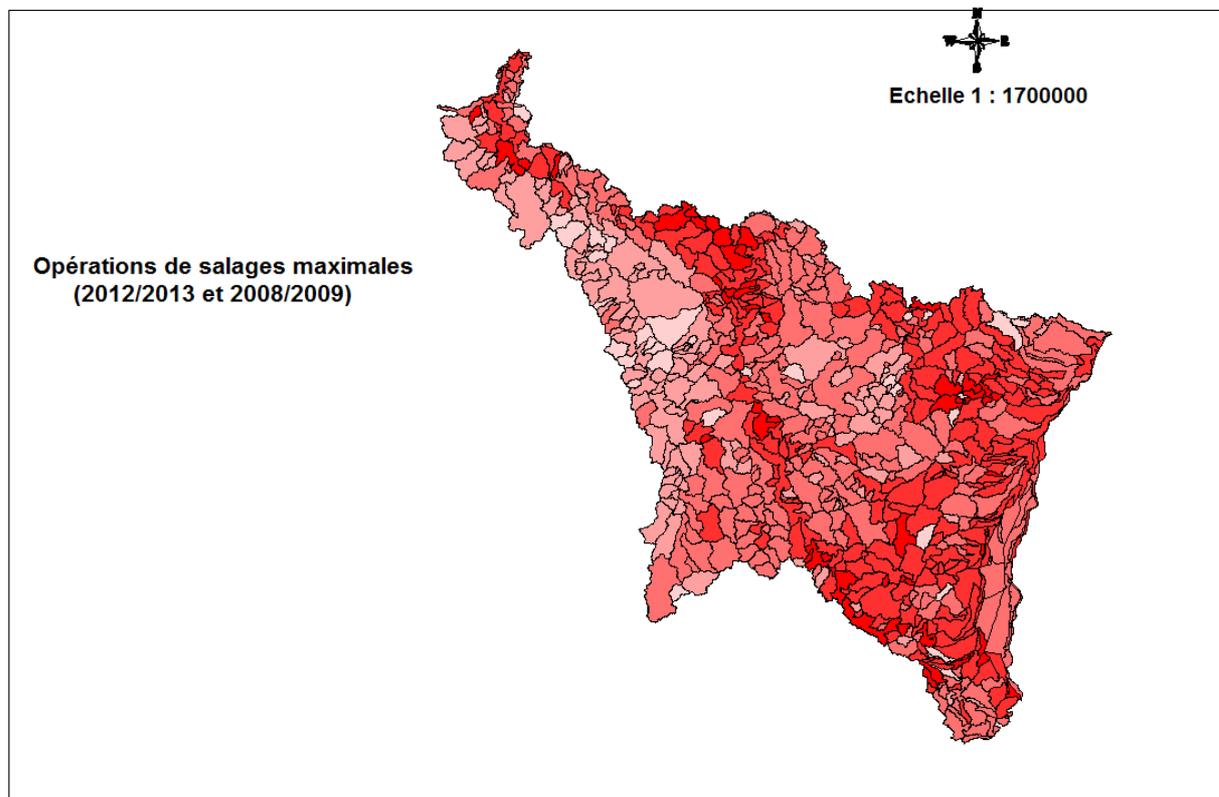
Figure 9 : Tonnage moyen annuel communal (épandu) rapporté à la surface de la commune.

3.6. Résultats

La carte ci-dessous synthétise les différentes hypothèses retenues pour afficher une première représentation de la pression de fondant routier sur le territoire du bassin Rhin-Meuse, pour les deux hivers de référence (clément et rigoureux).



Cartographie des pressions du fondant routier au niveau des masses d'eau du bassin Rhin Meuse



4. Les investigations à poursuivre

4.1. Enrichir les données

4.1.1. Comblent les manques communaux

Nombre de communes à élargir, en nombre et pour avoir une bonne représentativité en taille et zone Hi
Pour établir des profils standards de pratiques... S'ils existent

4.1.2. Disposer de données sur les autoroutes concédées

4.2. Améliorer les analyses

Mieux discriminer les pratiques de salage selon les Ni

4.2.1. Élargir la période d'étude

Les transferts de compétence à partir de 2005 et la mise en place effective des nouvelles DIRs ont des conséquences sur la présente étude : La mémoire des services, historiquement détenue par les DDE s'est perdue.

L'hétérogénéité des historiques d'usage du sel disponibles selon les gestionnaires routiers (cf. § 2.3.3.2) et de celle des compétences de gestion du réseau routier interurbain (cf. § 2.2.3.1), a restreint le périmètre de l'étude à la période la plus récente.

Disposer des données relatives à l'exploitation hivernale des réseaux routiers RN et RD avant 2005, est impossible dans certains départements (les archives n'ont pas été transférées ou ont été détruites).

Pour les données anciennes (avant 2005), l'information des surfaces traitées est souvent manquante alors que celle de la consommation de sel est disponible.

Pour une étude sur une période au-delà de 10 ans, une reconstruction ou/et une extrapolation sur la base des rares données disponibles serait à mettre en œuvre, pour couvrir une période depuis 1977²⁰ et tout le territoire d'étude. Ceci concerne aussi bien les tonnages épandus que les linéaires/surfaces des réseaux routiers.

Quelques ratios adoptés :

La distribution du réseau DIR Est par département permet de reconstruire la surface gérée par la DDE avant 2005, en lui ajoutant la surface actuelle de chaque CD. Entre 2007 et 2012 (5 ans) la surface du réseau DIR Est a été multipliée par 1,2. Cette croissance (ou décroissance) a été appliquée à tous les réseaux, pour reconstruire les données manquantes du passé.

²⁰ 1977 : hiver le plus ancien pour lequel un IVH a été calculé

4.2.2. Mieux caractériser la rigueur hivernale

L'enjeu est double, à savoir :

- Construire un zonage de la climatologie hivernale du territoire étudié (quelles sont les zones qui ont une sensibilité hivernale homogène, chaque hiver). L'objectif est de se limiter à 2 (voir 3) zones.
- Construire des règles de raccordement ou d'extrapolation à partir de données connues d'épandage de fondants sur une zone climatique, pour reconstruire les données manquantes sur d'autres zones climatiques.

Entre les hivers : Autres indicateurs à exploiter

Trois outils de caractérisation de la rigueur hivernale sont disponibles, sans qu'il existe aujourd'hui de convention de raccordement entre eux.

L'Index Viabilité Hivernale est un indicateur des difficultés d'exploitations hivernales du réseau routier, construit entièrement autour de paramètres météorologiques (hydrométéores, températures...).

La période hivernale de référence est de cinq mois : du 1er novembre de l'année(n) au 31 mars de l'année(n+1). La méthodologie de calcul est identique pour tous les sites, ce qui permet une comparaison entre sites et entre hivers. Les IVH permettent ainsi de faire suivre le rythme d'approvisionnement en fondants et de pondérer les consommations d'un hiver à un autre par les services de viabilité hivernale.

Il est consultable sur le site <http://www.viabilite-hivernale.equipement.gouv.fr/ivh-et-ivh100-en-france-serie-1977-a9388.html>

Les sites dans le périmètre d'étude et pour lesquels un IVH est calculé chaque hiver depuis l'hiver 1977/78, sont : Charleville-Mézières (08) depuis l'hiver 90/91 – Nancy Essey (54) – Metz Frescaty (57) – Strasbourg (67) – Colmar (68) – Bâle Mulhouse (68) – Épinal (88) de puis l'hiver 86/87 – Belfort (90)

Le constat d'une absence de sites dans les secteurs climatiques H4 : les zones à plus forte rigueur hivernale ne sont pas couvertes. Ceci justifie d'analyser plus finement les données issues des CEI de montagne, pour définir des modalités de raccordement avec les CEI des zones de plaine, hiver par hiver (par exemple la pluie en basse altitude, c'est parfois de la neige en altitude... Quels sont les hivers répondant à cette typologie ?)

L'altitude : À dire d'exploitants routiers, dans le grand Est, la limite d'altitude de 300/400 m correspondant à un niveau représentatif pour l'exploitation hivernale des routes.

Cet angle de lecture pourrait construire un zonage de la rigueur hivernale.

Mieux caractériser les pratiques plaine/montagne

La lecture climatologique (Hi) des usages de fondants est conduite sur les données du Département des Vosges. Outre la disponibilité historique de données, l'organisation territoriale de ses centres routiers (CEP) est en bonne cohérence avec le zonage climatologique Hi, ce qui n'est pas le cas des autres gestionnaires routiers interurbains. Les CEP de Gérardmer (intégralement en zone H4), et ceux de Remiremont et Saint Dié (en forte proportion en zone H4) exploitent un réseau départemental de montagne.

Sur la période des hivers de 2006/07 à 2012/13, le dosage moyen en zone H4 (g/m²) est de 1,70/1,80 fois supérieur à la moyenne départementale. A noter que ce ratio croît à 2 environ, pour un hiver très clément (hivers 2011/12 - 2013/14), ce qui confirme la tendance nationale, « en montagne l'hiver est toujours présent » (notamment constatée dans le Haut Jura avec le suivi des IVH de La Pesse et Pontarlier, au regard de ceux de plaine de Lons le Saunier et Besançon – cf. § 2.1.2).

IVH	69	93	116	125	118	83	131	61	
ratios dosage H3/H4	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	moyenne
total tonnage CG88	10 942	18 000	32 415	31 967	18 333	9 849	23 508	6 420	
Surface départementale salée	18 120 366	18 289 497	18 445 694	18 445 694	13 783 694	13 885 694	13 933 694	13 933 694	
tonnage Montagne (St Dié + Remiremont + Gérardmer)	5 184	9 053	16 421	0	9 036	6 177	11 567	4 437	
Surface salée en montagne	5 659 258	5 496 478	5 383 166	5 383 166	4 195 166	4 195 166	4 231 166	4 231 166	
dosage départemental moyen (g/m ² par hiver)	604	984	1757	1733	1330	709	1687	461	
dosage moyen en montagne (H4) (g/m ² par hiver)	916	1647	3050	0	2154	1472	2734	1049	
rapport H4/moyen	1,52	1,67	1,74	0,00	1,62	2,08	1,62	2,28	1,79
dosage moyen zone H3 (par déduction)	462	699	1224	2447	970	379	1231	204	
rapport H3/moyen	0,77	0,71	0,70	1,41	0,73	0,53	0,73	0,44	0,66
				données manquantes exclues					

4.3. Mieux caractériser les usages du sel

4.3.1. En milieu urbain

Sur les communes plus importantes, une discrimination en niveaux de service s'affiche, avec une priorité sur les axes routiers importants, les voies de transport en commun, le cœur de ville, et l'accès aux services publics. Toutefois, cette priorité porte essentiellement sur la réactivité et qualité des interventions, les quantités de fondants épandus restent importantes partout. *Entre plusieurs passages à un dosage à 20 g/m² sur une voirie routière avec un outil d'épandage moderne, calibré et asservi à la vitesse d'avancement d'une part, et d'autre part un salage manuel en une seule passe, d'un trottoir de 200 à 400 g/m², par les agents communaux ou les riverains... qui épand le plus de sel au mètre carré ?*

Les particuliers, qu'ils soient réglementairement tenus au déneigement de leur trottoir, ou que le salage soit de leur initiative, le sac de sel (5-10 ou plus rarement 25 kg) acquis en début d'hiver est généralement fini en fin d'hiver.

4.3.2. Les usages du sel selon les niveaux de service

Les choix d'intégration d'une pression en fondant différenciée entre le niveau prioritaire et non prioritaire.

Sur les réseaux départementaux

Dans les faits, aucun gestionnaire départemental n'a pu décrire de manière précise ses statistiques de consommation de sel selon les niveaux de service. Les données disponibles le sont à l'échelle départementale et globalisée pour l'ensemble des niveaux de service.

D'autre part, l'organisation territoriale des départements se structure en secteur géographique de compétence propre à chacun de ses CEI. Celui-ci gérant l'intégralité du réseau de son secteur, tous niveaux de viabilité hivernale confondus, les seules données globales d'usage du sel sont disponibles, et aucunement par niveaux de service.

Une première approche est faite en comparant les dosages appliqués par le CEP de Saint Dié (CD 88 avec uniquement 20% de son réseau en niveau prioritaire) et le CEI de Fellinging de la DIR Est qui exploite la RN 66 (col de Bussang)...

* *

*

Rapport d'étude rédigé à Tomblaine, le 20 octobre 2016, par Mathieu MOUTTON et Ivana DURICKOVIC.

Ivana DURICKOVIC,
Chargée de Recherche, atelier « Pollution des
eaux et impacts sur les milieux » / ERTD

Fabrice ARKI,
Chef du groupe ERTD

Références bibliographiques

Blomqvist G. et Gustafsson M. (2004). « Patterns of residual salt on road surface - A case study ». In 6th International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, Spokane, Washington.

Blomqvist G. (2001). « Deicing salt and roadside environment ». KTH Kungliga tekniska högskolan.

Blomqvist, G. & Johansson, E.-L. (1999). Airborne spreading and deposition of deicing salt - a case study. *The Science of the Total Environment* 235: 161-168.

Durickovic I. Suaire R. (2014). "Mécanismes de transferts et assimilation des fondants routiers par les végétaux". Rapport de recherche de la DTer Est du Cerema pour IFSTTAR, opération de recherche "Géo-structures dépolluantes : alternatives aux dispositifs d'assainissements non urbains".

Durickovic I., Derombise G., Thomann S., et Framont-Terrasse L. (2012). « Mise au point d'une méthode de détermination de la teneur en sel dans les sols : Application au suivi de lieux de stockage des fondants routiers ». Rapport d'étude du CÉTÉ de l'Est pour IFSTTAR.

Godwin K., Hafner S. et Buff M. (2003). « Long-term trends in sodium and chloride in the mohawk river, New York : the effect of fifty years of road-salt application ». *Environmental Pollution*, 124:273-281.

Hounsell J., Mercer K., Lintner A., MacDonald E. et Roberts J. (2006). « A low-salt diet for ontarios roads and rivers ». Rapport technique, River Sides Stewardship Alliance and Sierra Legal Defence Fund.

Kaushal S. S., Groffman P. M., Likens G. E., Belt K. T., Stack W. P., Kelly V. R., Band L. E. et Fisher G. T. (2005). « Increased salinisation of freshwater in the northeastern united states ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102:13517-13520.

Ramakrishna D. M. et Viraraghavan T. (2005). « Environmental impact of chemical deicers a review ». *Water, Air, & Soil Pollution*, 166:49-63.

Rodrigues P. M., Rodrigues R. M., Costa B. H., Martins A. A. T. et da Silva J. C. E. (2010). « Multivariate analysis of the water quality variation in the serra da estrela (portugal) natural park as a consequence of road deicing with salt ». *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 102:130-135.

Suaire R., Durickovic I., Simonnot M.-O., et Marchetti M. (2013). « Monitoring of road deicers in a retention pond ». *International Journal of Measurement Technologies and Instrumentation Engineering*.

Thunqvist E.-L. (2003). « Regional increase of mean chloride concentration in water due to the application of deicing salt ». *Science of the Total Environment*, 325:29-37.

Valcin F. (1999). « Fondants routiers et environnement : Etat des connaissances, propositions pour la maîtrise de l'impact des fondants sur l'environnement ». Rapport technique, CETE de l'Est, LRPC Nancy.

Annexes

Annexe A : Contributeurs

Nom	Gestionnaire routier	qualité	coordonnées	mail	téléphone
DIOTISALVI Jean Luc	Amanty		mairie	commune-amanty@orange.fr	
DITNER Mathieu	Ammertzwiler		2 rue de l'école 68210	commune.ammertzwiler@wanadoo.fr	03 89 25 30 15
PIERREL Philippe	Anould		mairie 260 voie des Chartons 88650 Anould	tech.anould@wanadoo.fr	03 29 57 08 40
ALEN Serge	Ban de Sapt	mairie	88210 ban de Sapt	mairie-bandesapt@wanadoo.fr	03 29 58 97 72
VERNEY Jean-Christophe	Belfort	Directeur adjoint	Centre technique Municipal Belfortain	ctm5645.mairie1.belfort@mairie-belfort.fr	03 84 54 56 45
ANDRIEN Alain	Belleray	mairie		alain.andrien@orange.fr	
NEVES Marlène	Biffontaine	secrétaire	mairie	Mairie.biffontaine@wanadoo.fr	03 29 58 51 76
LUTZ Elisabeth	Bischoffshelm	comptabilité	mairie 1 rue des écoles 67870	financiers.lutz@orange.fr	03 88 50 32 53
THIEN Jérôme	Bouxwiller	Agent de développement durable		jerome.mairie-bouxwiller@orange.fr	03 88 03 33 99
LEDUC Jean-Claude	Bult	mairie		mairiedebult@nordnet.fr	03 29 65 72 19
GAMAIN Brigitte	Châtas		mairie 88210	mairie-chatas@orange.fr	06 77 07 16 49
PONTOISE Dominique	Chémery sur Bar	secrétaire	mairie 08450 Chémery sur Bar	mairie.chemery-sur-bar@wanadoo.fr	03 24 35 41 94
LOUCHART Patrick	Chesny		Cerema	patrick.louchart@cerema.fr	
MAZE Patrick	Colmar		Direction de la voirie	patrick.maze@ville-colmar.com	03 89 23 62 62
MASSON Isabelle	Combrimont	secrétaire	Service voies publiques et réseaux	mairie.combrimont@wanadoo.fr	03 29 57 35 43
FERAUX Florent	Conseil Général de la Meuse		Service Coordination-Qualité	feraux.f@cg55.fr	03 29 76 62 01
MORANO Vincent	Conseil Général de la Moselle		Direction des Routes et Bâtiments	vincent.morano@cg57.fr	
BLANC Isabelle	Conseil Général de Meurthe et Moselle	Technicien ch	DIRAT/DMT/ED	iblanco@cg54.fr	03 83 94 59 72
DEVOUGE Jean-Jacques	Conseil Général des Ardennes			jean-jacques.devouge@cg08.fr	
VALENTIN Gilbert	Conseil Général des Vosges			gvalentin@cg88.fr	03 29 30 34 84
COSMO Daniel	Conseil Général du Bas Rhin	Chargé d'affa	Direction des Routes Service de l'Entretien des Routes Départementales Hôtel du Département	daniel.cosmo@cg67.fr	03 88 76 60 32
VAILLANT Damien	DIR Est	chargé de via	1 place du Quartier Blanc / 67964 Strasbourg Cedex 9 SPR-CESR	Damien.Vaillant@developpement-durable.fr	03 83 50 97 72
POIRSON René	Dommarin Lès Remiremont	mairie	Mairie de Dommarin les Remiremont	ville.dommartin-remiremont@orange.fr	03 29 62 06 47
AUBRY Claude	Écurey en Verdunois	mairie	7 place de l'Eglise 88200 Dommarin les Remiremont	mairie-ecurey-en-verdunois@wanadoo.fr	03 29 85 62 36
DUHAUT Dominique	Entre Deux Eaux	mairie	3 rue Chaussée 55150 Ecurey en Verdunois	mairie_entre-deux-eaux@wanadoo.fr	03 29 50 02 70
VOUAUX Bertrand	Épinal	directeur des Services techniques		Bertrand.Vouaux@epinal.fr	03 29 68 50 21
LAMINETTE Laurent	Étain	adjoint	mairie d'Étain	syvlie.lega@ville-etain.fr	03 29 87 10 35
MARBACH Christophe	Étival-Claire Fontaine	directeur général		cm@etival.fr	03 29 41 29 53
ARNAL Benoît	Fresnes en Woëvre	secrétaire gér	Mairie de Fresnes en Woëvre 6 place du général Margueritte 55160 Fresnes en W.	fresnes.mairie@wanadoo.fr	03 29 87 31 47
PERARD Sophie	Fresse sur Moselle	secrétariat	2 rue de la Mairie 88160 Fresse sur Moselle	mairie-fresse-sur-moselle@orange.fr	03 29 25 02 17
THOMAS Bernard	Fromeréville les Vallons	mairie		mairie-fromereville.les.vallons@wanadoo.fr	03 29 86 90 92
THOMAS Bernard	Gerbépal	mairie	1 place Maurice Lemaire 88430 Gerbepal	ville.gerbepal@wanadoo.fr	03 29 50 66 50
BISSINGER Michel	Goussaincourt	mairie	mairie 55140	mairie.goussaincourt@orange.fr	03 29 90 83 92
DEMENGE Régis	Herpelmont	mairie		mairie.herpelmont@wanadoo.fr	03 29 58 52 57
ENGER Pierre Paul	Hohengoëft	mairie	mairie 67310	mairie-hohengoëft@wanadoo.fr	03 88 87 03 37
GEORGEL Jean Luc	Jeanménil	mairie	51 rue de Moulins	mairie.jeanmenil@wanadoo.fr	03 29 65 01 88
GERIG Yannick	Kaysersberg		Communauté de communes de la vallée de Kayserberg	y.gerig@cc-kaysersberg.fr	03 89 78 21 55
LOUIS Jean-Hugues	La Besace	mairie	31 rue de Geisbourg 68240 Kayserberg	mairie.labesace@mcom.fr	03 24 22 00 39
SCHWARTZ Claude	La Bourgonce	mairie	mairie La Besace 08450	mairie.labourgonce@gmail.com	03 29 51 19 76
BOLMONT Murielle	La Petite Raon	mairie		mairie.petite.raon@wanadoo.fr	
PIERSON P.	Landrecourt l'empire	mairie		mairie.landrecourtempire@orange.fr	03 29 87 63 28
PIERSON Cédric	Laneuville sur Meuse			commune-de-laneuville@orange.fr	03 29 80 31 62
FLAMINI Françoise	Lanhères	mairie	55400 Lanhères	mairie.delanhères@wanadoo.fr	03 29 87 09 35
SINGLET Benoit	Le Chesne	mairie	mairie	commune.chesne@wanadoo.fr	03 24 30 10 50
BLAISE Dominique	Le Syndicat	service technique		stm-du-syndicat@orange.fr	03 29 61 21 18
DROCCHI Guy	Le Vermont	mairie	mairie Le Vermont	06 80 99 37 41	
GREMILLET Virginie	Lepanges sur Vologne	mairie		mairie.lepanges-sur-vologne@wanadoo.fr	03 29 36 80 60
PARISSE Marcel	Lérrouville	service techn	9 place de l'Hôtel de ville 55200	mairie.lerrouville@wanadoo.fr	03 29 91 06 22
RUHLMANN Jean Guy	Lubine	mairie	88490 Lubine	03 29 51 25 69	
DIEULIN Philippe	Lusse	mairie	mairie	commune.lusse@orange.fr	
TRABOLD André	Mauvages	mairie	mairie 2 place de l'église 55190 Mauvages	mairie55190@orange.fr	03 29 90 38 63
KLEIN Bertrand	Monteux Vieux	mairie	mairie 68210	monteux-vieux@orange.fr	03 89 25 20 87
WOOCK André	Mousseley	mairie	88210 Mousseley	mairie-mousseley@wanadoo.fr	03 29 41 30 57
SZABADI Benoit	Natzwiller	mairie	mairie 67130 Natzwiller	natzwiller.mairie@wanadoo.fr	03 88 97 02 44
PUGET Nadine	Orbey	services techn	48 rue Charles de Gaulle 68370	mairie@orbey.fr	03 89 71 20 07
DEVILLARD Thierry	Pagny sur Meuse	mairie	mairie de Pagny sur Meuse	mairie.de.pagny.sur.meuse@orange.fr	03 29 90 63 73
PETIT Christian	particulier		1 rue de Trondes 55190 Pagny sur Meuse	Thierry.Devillard@cerema.fr	03 83 18 31 47
MASSON Isabelle	Provençères sur Fave	mairie		mairieprovencheres-st@wanadoo.fr	03 29 51 21 16
PAPÉLIER Françoise	Raves	secrétaire	mairie	Commune.raves@wanadoo.fr	03 29 51 76 13
JOLY Nathalie	Réhaupal	mairie		mairie.rehaupal@wanadoo.fr	
ANTONOT F.	Rupt sur Moselle	service march	mairie 10 rue de l'église 88360 Rupt sur Moselle	n.joly@ruptsurmoselle.fr	03 29 24 98 37
PETITJEAN Dominique	Saint Gorgon	mairie		saint-gorgon.mairie@wanadoo.fr	03 29 65 26 82
DUPAYS Michel	Saint Michel sur Meurthe	service technique		mairie.stmichel-surmeurthe@wanadoo.fr	06 82 77 67 42
HUSSON Christophe	Saint Pierre mont	mairie		mairie.saintpierrermont@orange.fr	03 29 65 40 76
SUTTER Bernard	Saint Rémy	adjoint voirie	mairie	mairie.saintremy@free.fr	03 25 42 03 34
VANROYEN Strasbourg	Saint Stail	mairie		mairie.ststail@orange.fr	
PONTOISE Dominique	Sternberg			bern.sutter@orange.fr	06 35 17 93 54
CHAPUT Xavier	Strasbourg	responsable	Ville et Communauté urbaine de Strasbourg	Vanessa.VANROYEN@strasbourg.eu	03 88 60 94 95
PICHAVENT Pascal	Strasbourg	secrétariat	1 parc de l'Etoile 67076 Strasbourg cedex	mairie-thelonne@wanadoo.fr	03 24 27 39 50
CASTEX-DESISSAIRE Valérie	Thelonne	mairie		Chaput.X@mairie-thionville.fr	
SCHMITT Thierry	Thionville	mairie	mairie 55300 Troyon	mairie.vaucouleurs@wanadoo.fr	03 29 85 21 66
MILLY Séverine	Troyon	secrétaire gér	mairie 55140 Vaucouleurs	mairie.vigneulle55@orange.fr	03 29 89 43 03
BEHR Jean Marie	Vaucouleurs	service technique		mairie.vigneulle55@orange.fr	06 22 15 21 03
ROY Dominique	Vigneulles lès Hattonchâtel	mairie		mairie.villers-sur-bar@orange.fr	03 24 26 00 91
RICHARD Guy	Villers sur Bar	mairie		jean-marie.behr@vivier-au-court.fr	
	Vivier au Court	service techn	mairie 08440	mairie.watronville@orange.fr	03 29 88 32 07
	Watronville	mairie		mairie.wegscheid@tv-com.net	03 89 82 02 57
	Wegscheid	mairie	13 rue Georges Pompidou -68290		

Annexe B : questionnaire

RECENSEMENT DES INFORMATIONS RELATIVES A L'UTILISATION DES SELS DE VOIRIE SUR LES RESEAUX ROUTIERS COMMUNAUX DU BASSIN RHIN-MEUSE

Affaire suivie par :



Azzedine MANSEUR

Chargé d'étude, groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement)

Direction Territoriale Est - Laboratoire Régional de Nancy - 71, rue de la Grande Haie -
54510 Tomblaine

Tél.: +33 (0)6 29 83 21 41.70

Mail : azzedine.manseur@cerema.fr

Merci de bien vouloir prendre le temps nécessaire pour remplir le formulaire ci-joint, informations nécessaires pour mener à bien une étude sur la vulnérabilité...Nous vous tiendrons informés des résultats de l'étude...

merci de renvoyer le formulaire complété à :

azzedine.manseur@cerema.fr

... en vous remerciant d'avance...

1-VOS COORDONNEES**COMMUNE DE :***(préciser le nom et le code postal de la commune)***INTERLOCUTEUR**

Nom/Prénom :

Service :

Téléphone :

Mail :

2-ORGANISATION DE VOS ACHATS DE SELS DE VOIRIE :

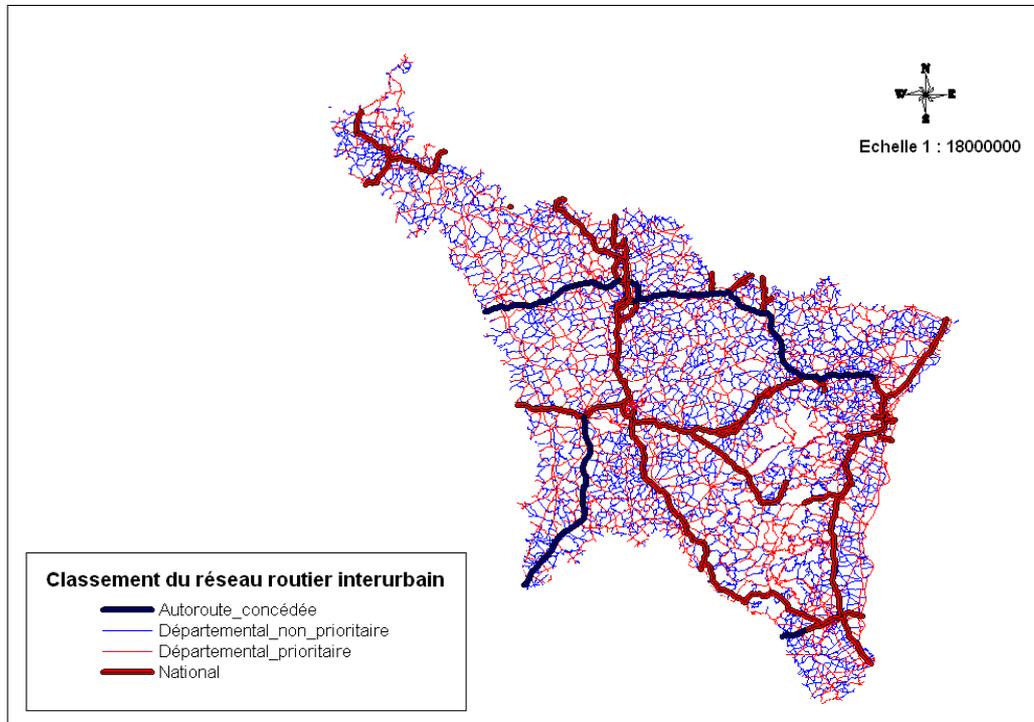
	Commune seule	Achat mutualisé
		<i>Préciser les communes concernées</i>
Modalités d'achat		

3- CONSOMMATION DE SELS DE VOIRIE SUR LES DERNIERS HIVERS**(Répondre au minima pour les hivers 2006/2007 et 2012/2013) :**

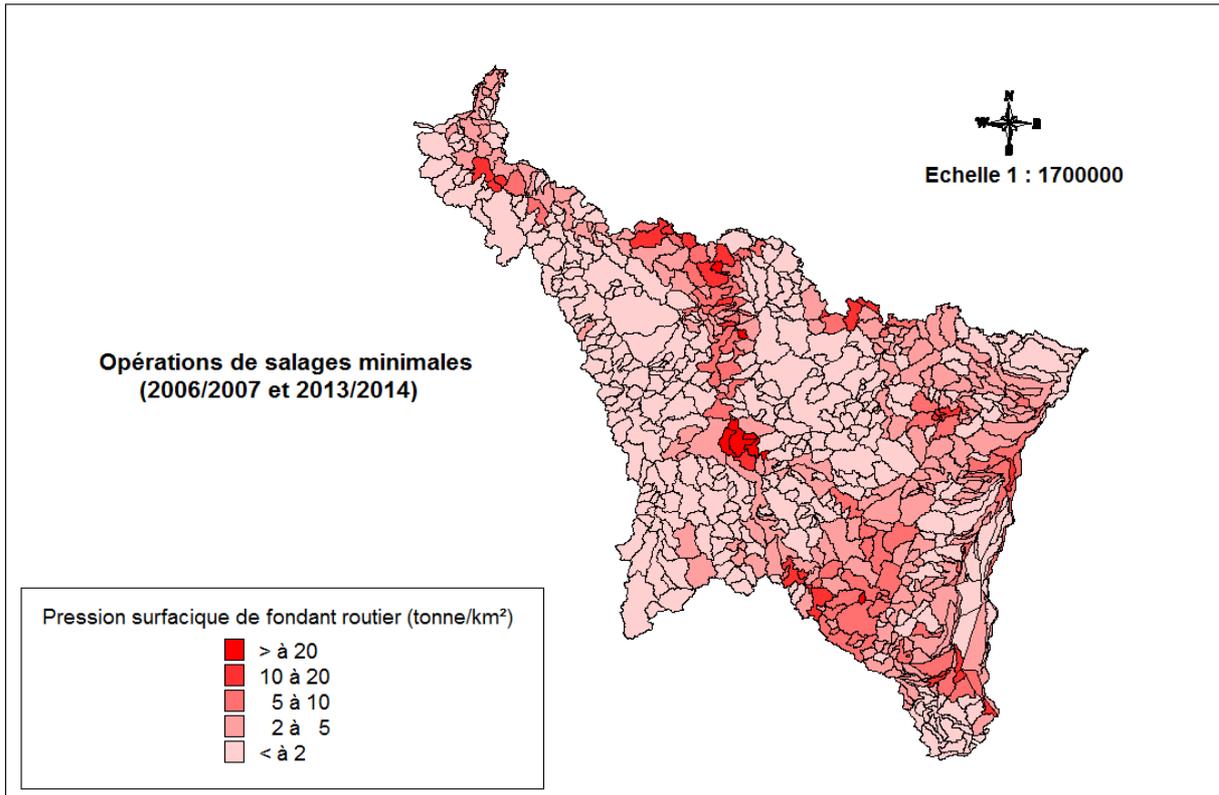
Hiver	Quantité achetée	Évaluation de la consommation des stocks à la fin de l'hiver	Consommation (tonnage épandu)
	<i>En tonnes</i>	<i>A défaut de connaître la consommation exacte, fournir une estimation du reste des stocks à la fin de l'hiver : 25, 50 ou 75% du stock acheté</i>	<i>Une estimation à la dizaine de tonnes suffit</i>
2013/2014			
2012/2013			
2011/2012			
2010/2011			
2009/2010			
2008/2009			
2007/2008			
2006/2007			
2005/2006			
2004/2005			
2003/2004			
Disposez-vous d'archives de plus de 10 ans ?	OUI / NON	<i>(entourer la bonne réponse)</i>	

Annexe C : Réponses au questionnaire

Annexe D : Cartographie des réseaux selon le niveau de service



Annexe E :



Cartographie des pressions du fondant routier au niveau des masses d'eau du bassin Rhin Meuse

