

RAPPORT GÉNÉRAL DU XIV^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA VIABILITÉ HIVERNALE EN ANDORRE

Rapport général préparé par MM. Didier GILOPPÉ (France) (1), Ignacio DEL REY (Espagne) (2), Satoshi KASHIMA (Japon) (3), respectivement Présidents des Comités techniques 2.4, 3.3 et 4.3 et Pierre GILLES (Belgique) (4) membre du Comité technique 4.3, qui remercient les présidents et coprésidents de séance dont le concours a permis de finaliser ce rapport général.

Illustrations © Jordi Pujol et Sergi Pérez



Le thème général du congrès, « *Concilier sécurité routière et développement durable avec changement climatique et crise économique* », nous rappelle cette nécessité : dès maintenant, et de plus en plus, il nous faudra intégrer des paramètres fluctuants de toute nature pour assurer sécurité des usagers et fluidité du trafic et répondre aux exigences d'un développement durable.

Pour la première fois, trois comités techniques ont contribué au programme technique de ce congrès : le Comité technique « *Viabilité hivernale* » (CT 2.4), tout naturellement, mais aussi les Comités techniques 3.3 « *Exploitation des tunnels routiers* » et 4.3 « *Ponts routiers* », permettant de couvrir une palette de sujets liés à la viabilité hivernale plus vaste encore qu'auparavant.

Ces trois comités ont évalué les résumés puis les communications complètes, structuré et animé les séances techniques du congrès. Au total, ce sont 150 communications orales et 177 présentations d'affiches, issues de 33 pays, qui ont illustré cette problématique, subdivisée en huit thèmes, que ce rapport évoque tour à tour.

THÈME 1 - SERVICE HIVERNAL ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Comment le changement climatique affecte-t-il les conditions hivernales et quels en sont les impacts sur la viabilité hivernale ? Dans certains cas, l'hiver devient plus sévère et dans d'autres plus doux. Comment les organisations de viabilité hivernale y répondent-elles en prenant en considération une analyse avantages/coûts, une planification appropriée et des améliorations technologiques ?

Ce thème était proposé pour la première fois dans un congrès international de la viabilité hivernale ; sa nouveauté et la difficulté d'appréhension du sujet n'ont suscité qu'un faible nombre de communications ; nul doute qu'il soit appelé à croître.

Les préoccupations liées à cette question commencent à poindre dans d'autres thèmes, comme l'observation d'événements météorologiques inhabituels et souvent extrêmes ou la difficulté à trouver les équilibres entre budget et niveaux de service.

L'activité de viabilité hivernale est directement affectée par le changement climatique. Dans certaines zones, il s'agit d'un réchauffement général perceptible à l'échelle d'une carrière de « *déneigeur* ». En d'autres lieux, les sautes d'humeur du temps se traduisent par des tempêtes, des hivers anormalement doux ou rigoureux, et globalement par des événements qui s'éloignent de la normalité. Les organisations doivent répondre à ces changements.

Les communications proposaient des déclinaisons intéressantes et variées concernant l'analyse des variations des chutes de neige sur plusieurs décennies, une approche sur l'évolution de l'accidentologie selon le climat, une projection de ce que seront gestion des personnels et consommation des fondants, établies à partir d'un modèle statistique.

Une analyse californienne montre ainsi que la diminution prévisible des événements neigeux devrait entraîner une diminution des accidents, tempérée toutefois par la substitution d'événements pluvieux aux événements neigeux.

En Allemagne, une analyse climatologique sur la période 1951-2010 et une simulation de l'évolution jusqu'à la fin du siècle permettent, par projection, d'en apprécier l'incidence sur la gestion de la main d'œuvre et la consommation de fondants.

GENERAL REPORT OF THE 14th INTERNATIONAL WINTER ROAD CONGRESS HELD IN ANDORRA

General report prepared by Messrs. Didier Giloppé (1), Ignacio del Rey (2), Satoshi Kashima (3) respectively Chairman of Technical Committee 2.4, 3.3 and 4.3, and Pierre Gilles (4) member of Technical Committee 4.3, who collectively thank all session chairs and co-chairs for their valuable assistance in finalizing this general report.

Illustrations © Jordi Pujol and Sergi Pérez



The general theme of this Congress, “*Reconciling road safety and sustainable development in a context of climate change and economic crisis*”, recalls for us this imperative: from now on, we will be increasingly required to incorporate all types of highly fluctuating parameters to ensure user safety and smooth traffic flow while addressing sustainable development considerations.

For the first time, three Technical Committees contributed to the Winter Congress technical agenda: Technical Committee (TC) 2.4 on “*Winter service*” was naturally mobilized, as were TCs 3.3 “*Road Tunnels Operations*” and 4.3 “*Road Bridges*”, making it possible to cover an even broader array of topics than ever before tied to winter road service.

These three Committees were responsible for evaluating the abstracts and then full-length papers, in addition to coordinating and hosting technical sessions throughout the Congress. In all, 150 presentations were delivered

with another 177 poster displays, submitted from 33 countries, to illustrate these topics, which were divided into the 8 themes discussed below one at a time.

THEME 1 - WINTER SERVICE AND CLIMATE CHANGE

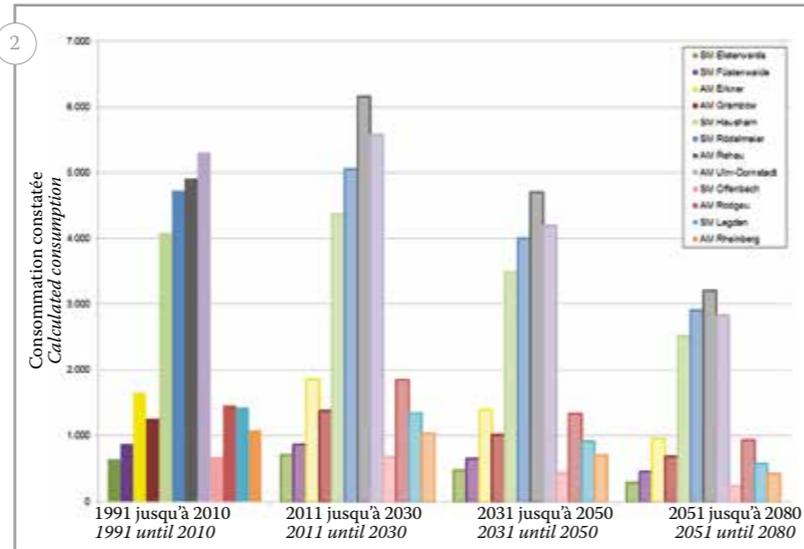
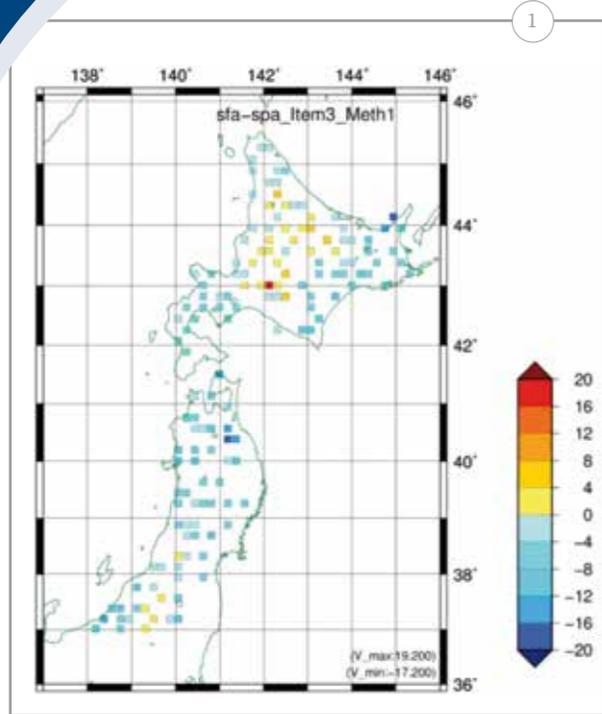
How has climate change affected winter conditions and what are the corresponding impacts on winter service? Winters have become harsher in some cases while milder in others. How have winter road servicing operations dealt with such changes, through weighing cost/benefit analyses, appropriate planning measures and technological improvements?

This theme was proposed for the first time at an international winter road congress; due to its novelty and the difficulties involved in grasping all relevant aspects, the subject generated just a small number of submissions, but no doubt interest will rise in the coming years.

Concerns expressed over this issue are starting to be raised in other themes as well, such as the observation of unusual and often extreme weather events and difficulties in balancing budget allocations with levels of service.

Winter service-related activities are directly affected by climate change. Some zones exhibit overall warming which is noticeable even at the scale of a snowplough operator's career. In contrast, other areas have been experiencing weather anomalies, as reflected by intense storms, atypically mild or harsh winters and, on the whole, events deviating from the norm. Service organizations must be capable of responding to such changes.

The papers delivered proposed some interesting and multifaceted approaches to analyzing the variations in snowfall over several decades, with one examining trends in accident statistics relative to climate and another projecting future personnel management and deicing salt consumption based on a statistical model.



rudes et d'une diminution des budgets d'entretien. Différentes stratégies sont observées.

Tout d'abord, une approche économique : Japon et Royaume-Uni analysent les bénéfices directs et indirects de la viabilité hivernale pour en justifier le coût économique. Dans les pays Baltes, le calcul montre qu'un euro investi en VH rapporte 20 euros à la société lors d'hivers difficiles.

Ailleurs, c'est le mode d'intervention qui est revu. Ainsi, en Islande, la réflexion s'est traduite par une diminution de niveau de service à court terme et par une mise à plat complète de l'organisation afin de l'optimiser, dans le but de revenir au niveau initial avec moins de ressources. La République tchèque, elle, a travaillé sur la passation des contrats avec les entreprises. Enfin, les niveaux de service sont parfois revus, et il peut être demandé aux usagers de devenir de véritables partenaires, en s'équipant ou en participant eux-mêmes aux actions de viabilité hivernale.

Les approches techniques ne sont évidemment pas négligées. L'optimisation des traitements fait partie de la panoplie de solutions : il s'agit de définir des stratégies plus fines et d'utiliser les bons produits pour dépenser moins ; l'épandage de saumure est souvent cité. Des réponses sur l'infrastructure sont également proposées ; ainsi le choix de techniques de surface particulières alliant propriétés frottantes avec qualités mécaniques et possibilité de mise en oeuvre en faible épaisseur. Il convient aussi de prévoir au mieux les états de chaussées ; des modèles de plus en plus performants voient le jour.

Illustration 1 (thème 1) - Variation concernant les intensités maxi de chutes de neige en 24 h au Japon ; comparaison entre les périodes 1979-2003 et 2075-2099

Illustration 2 (thème 1) - Évolution de la consommation des fondants en fonction du climat

Illustration 3, page de droite (thème 2) - Contrôler les matériels : la base des économies de fondants

Illustration 4, page de droite (thème 2) - Optimiser les organisations avec des systèmes de gestion, ici en Islande



countries, this calculation reveals that for every euro invested in winter service, the benefit to society during severe winters amounts to 20 euros.

Elsewhere, the snow removal protocol itself is subject to revision. It was decided in Iceland, for example, to lower the level of service over the short term and completely restructure the organization to achieve optimization, in the aim of returning to the initial situation with fewer resources. The Czech Republic, on the other hand, has been working on its procurement procedures with contractors. Levels of service sometimes get revised as well, and users may be requested to actually partner in the effort through installing devices or participating themselves in winter service actions.

Technical approaches have obviously not been overlooked. Treatment

An analysis from California demonstrated that the forecasted drop in snowfall events should lead to a decrease in accidents, though this improvement will be somewhat offset by rainfall events taking the place of former snowfall events.

In Germany, a climatological analysis covering the period 1951-2010, along with a simulation of the trend line through the end of this century, served by means of projection to assess the impact on winter service labor management and deicing salt consumption.

Moreover, a Japanese study correlated the evolution in accident rates with climate patterns using recent climatological data on snow precipitation and projected potential variations over several decades.

These three papers, all presenting rather pioneering work, laid a number of valuable methodological foundations for future developments on the topic.

THEME 2 - WINTER SERVICE IN A CONTEXT OF BUDGET RESTRICTIONS

The current economic downturn is affecting many countries, without necessarily causing a decline in trip-making demand, which in turn requires adapting winter services to shrinking budgets. What are the resultant impacts on staff training? Have equipment fleets been modified, in particular through enhanced modularity? What solutions appear to be feasible? This short-term focus generated roughly a dozen papers.

The group of authors sought to describe the reactions by public authorities to dealing with a combination of relatively harsh winters and tighter maintenance budgets. Various strategies were exposed.

For starters, an economic approach: Japan and the United Kingdom have analyzed both the direct and indirect benefits of winter service, so as to justify the economic cost. In the Baltic

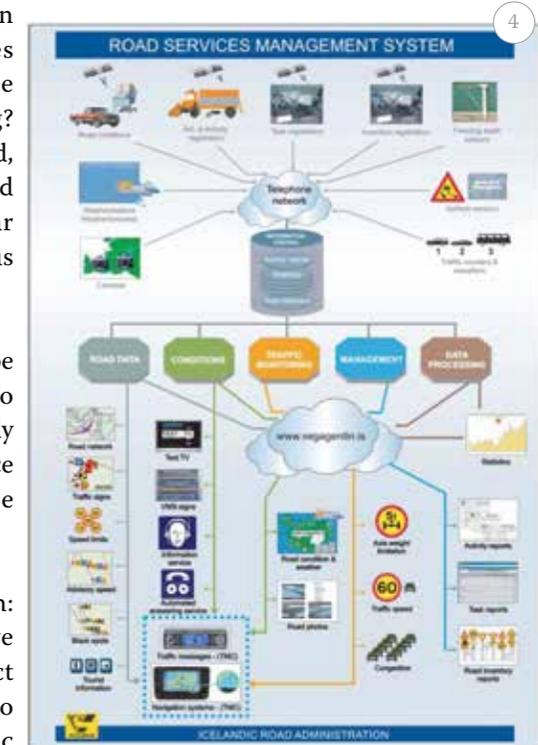


Illustration 1, left page (theme 1) - Variation with respect to the maximum 24-hour snowfall intensities in Japan; Comparison between the periods 1979-2003 and 2075-2099

Illustration 2, left page (theme 1) - Evolution in the consumption of deicing salts due to climate change

Illustration 3 (theme 2) - Equipment verification: the basis for saving on deicing salts

Illustration 4 (theme 2) - Optimizing organizations by adopting management systems (Iceland's shown here)

En outre, s'agissant de l'investissement dans certains équipements, comme les stations météo routières, une réponse très documentée a été apportée par nos collègues allemands ; des matériels polyvalents, moins gourmands en carburant, peuvent également être mieux adaptés.

Autre piste possible : la formation des personnels. Ainsi, lorsque l'on double les consommations de sel sans que la rigueur de l'hiver n'augmente d'autant, formation et consignes données sont à reconsidérer, comme le montre une communication française.

Enfin, l'équilibre global doit évidemment prendre en considération l'accidentologie et les coûts qu'elle engendre ; la Corée a mené une analyse sur les routes express lors des épisodes hivernaux, sans négliger les autres facteurs de risque tels que l'alcool, le non port de la ceinture de sécurité et l'âge du conducteur.

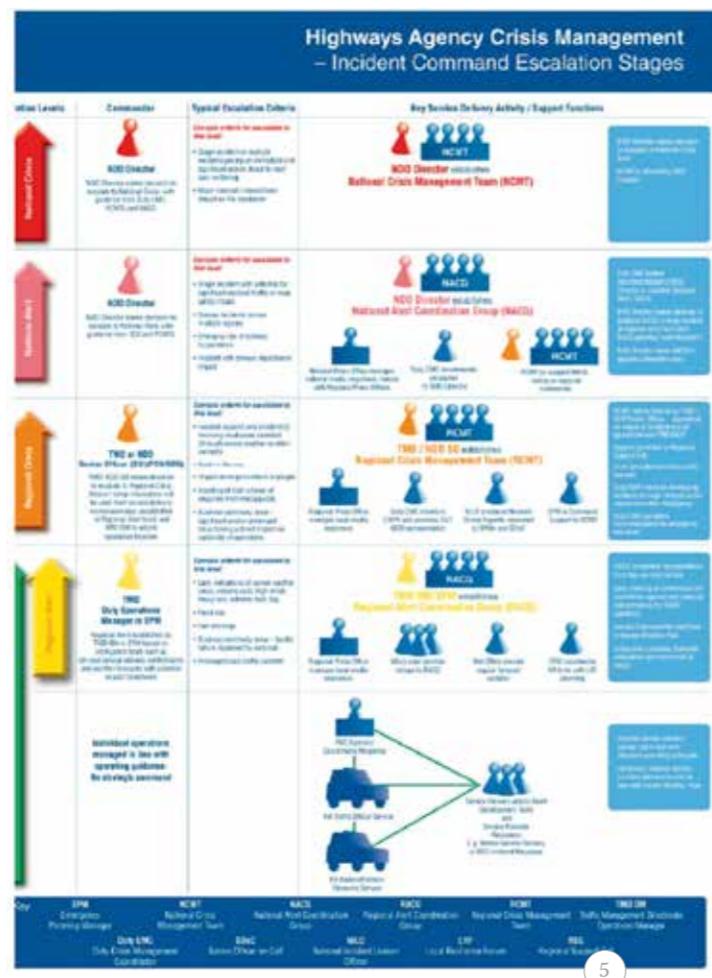
THÈME 3 - ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES

Certains événements hivernaux ont été si intenses que d'innombrables automobilistes sont restés bloqués sur les autoroutes ou des communautés entières isolées. Les organisations habituelles ne sont alors plus efficaces.

Des études de cas décrivant ces événements ont permis d'analyser les organisations spécifiques, la gestion et la coopération entre les autorités routières et d'autres organismes. Ont ainsi été abordées la raréfaction des ressources lors d'événements extrêmes de durée prolongée, comme les réserves stratégiques de sel, les limites concernant la main-d'œuvre, la fiabilité des équipements, et les accords concernant l'aide provenant d'autres sources ; mais aussi les plans de communication à destination des usagers de la route, les stratégies de gestion des véhicules lourds et commerciaux, et les véhicules d'intervention.

Conséquences ou non du changement climatiques, les événements extrêmes semblent de plus en plus fréquents. Mais la qualification même mérite qu'on s'y arrête : extrême, rude, sévère, rare, etc. Une communication finlandaise a fait le point sur ces concepts. Ils résultent parfois d'autres phénomènes naturels, comme une éruption volcanique, avec les difficultés de viabilité hivernale, comme l'Argentine l'a montré.

De nombreux pays ont été confrontés ces dernières années à des chutes de neige importantes, les conduisant à définir de nouvelles règles : gestion des stocks de sel, décrite dans une



communication allemande, amélioration de la communication et de l'information routières, de l'organisation et de l'approvisionnement en fondants routiers, en Grande-Bretagne (très éprouvée par des hivers difficiles entre 2008 et 2011), gestion des itinéraires de montagne face aux avalanches (exemple de la route E136 en Norvège).

Enfin, ces épisodes hivernaux sont source d'aggravation des désordres des chaussées, de surface ou structurels ; plusieurs analyses ont été proposées.

THÈME 4 - GESTION DE LA VIABILITÉ HIVERNALE

Ce thème, classique dans les congrès internationaux de la viabilité hivernale de l'AIPCR, concerne une vaste gamme de sujets : analyse des niveaux de service, relation entre stratégies opérationnelles et mobilité (taux d'accidents – type et gravité), fiabilité des temps de parcours, point sur les innovations, les technologies et les outils d'aide à la décision de nouvelle

Illustration 5, page de droite (thème 3) - Extrait du « Crisis Management Manual »
Illustration 6, page de droite (thème 3) - Fermeture de la E136 en Norvège

optimization is part of the panoply of available solutions: it consists of defining fine-tuned strategies and using high-quality products to limit expenditures; spreading brine has often been cited for such an application. Infrastructure-based responses are also proposed, led by special surface techniques combining scouring properties with mechanical attributes, plus the possibility of applying just a thin coat. Greater attention to preparing pavement conditions is required, as are higher-performance models. As for investments in specific facilities like roadside weather stations, a very well-documented perspective was provided by our German colleagues: multiuse equipment consuming less fuel may indeed be better adapted for this purpose.

Another potential lead focused on personnel training. When salt consumption doubles without a commensurate change in winter severity, the training and guidelines provided need to be rethought, as aptly demonstrated in a French paper.

Lastly, striking an effective overall compromise must necessarily incorporate accident rates and their associated costs; South Korea has conducted an analysis on expressways during winter weather episodes, while not overlooking the other risk factors like alcohol, wearing of seat belts and driver's age.

THEME 3 - EXTREME EVENTS

Some winter weather events have been severe enough to leave many motorists stranded on motorways or even entire communities isolated, in which case typical service organizations are no longer capable of intervening.

Case studies describing such events have analyzed these organizations and their management systems, as well as the cooperation existing between road authorities and other bodies. Topics addressed featured: resource depletion during extreme events lasting extended periods (e.g. strategic salt reserves), manpower limitations, equipment reliability, agreements on assistance stemming from other sources, in addition to communication plans aimed at road users, truck and commercial vehicle management strategies and emergency vehicles.

Whether the consequence or not of climate change, extreme events seem to be occurring more frequently and qualifiers like extreme, harsh, severe or rare, though accurate, deserve attention. A Finnish paper provided a cogent overview of these concepts. They sometimes result from other natural phenomena, e.g. volcanic eruption, in conjunction with winter service difficulties, as exhibited in Argentina.

Over the past few years, many countries have had to cope with heavy snowfall, prompting them to establish new rules for: managing salt stockpiles (described in a German paper), improving road communication and information processes, organizing and supplying deicing salts in Great Britain (systems overloaded by the string of harsh winters between 2008 and 2011), and controlling traffic on mountainous itineraries to protect against avalanches (e.g. E136 Highway in Norway).

These winter episodes serve to exacerbate pavement distress, both on the surface and in the structural layers; several pertinent analyses were also shared.

THEME 4 - WINTER SERVICE MANAGEMENT

This theme, which has become a program standard at PIARC's International Winter Congresses, encompasses a wide range of topics: level-of-service analyses; relationships



Illustration 5, left page (theme 3) - Extract from the « Crisis Management Manual »
Illustration 6 (theme 3) - Closure of the E136 Highway in Norway



7

génération. Les mesures propres aux usagers vulnérables (cyclistes, piétons, personnes à mobilité réduite) ont également été abordées.

La climatologie et la définition d'index hivernaux sont des préoccupations d'actualité car les hivers fluctuent notablement ; la Lituanie a développé des outils permettant de les comparer. La viabilité hivernale implique aussi la gestion des stocks de fondants routiers ; l'institut de recherche fédéral allemand a développé un modèle à partir des informations des stations météo routières et des prévisions météorologiques. Un guide sur le stockage des fondants a été présenté par la France. D'autres communications ont porté sur les stratégies d'intervention et le mode d'intervention (préventif, curatif, saumure), la détermination des quantités résiduelles permettant d'optimiser les salages, l'utilisation de capteurs pour étayer les stratégies de déneigement ou le choix du fondant le plus efficace, ou encore de dimensionnement des ateliers.

Bien des phénomènes restent à expliquer, comme l'effet du trafic sur la transformation de la glace et de la neige ; le Danemark l'étudie à partir d'un manège simulant le trafic afin de quantifier cet effet. Divers modèles voient le jour ; ils intègrent des données telles que l'historique des interventions, le trafic, les données météo, l'état de la chaussée, et sont utilisés pour faire des prévisions d'état de surfaces, d'intervention, etc.

Au-delà du maintien de la circulation, la viabilité hivernale doit aussi assurer la sécurité des usagers ; Finlande et Corée ont mené des analyses de l'accidentologie en hiver en relation avec les niveaux de service. Il arrive qu'un accident conduise à définir des règles nouvelles et réorganiser l'information aux usagers : la Norvège en a testé la mise en œuvre en informant sur la vitesse, la direction du vent, la visibilité et l'adhérence dans le passage d'un col.

L'utilisateur est évidemment intéressé aux conditions de conduite, elles-mêmes liées à l'adhérence. De multiples solutions, méthodes et équipements, présentés dans le cadre de ce congrès, ont permis d'éclairer cette question. Ainsi, face au manque de littérature sur la qualité des pneumatiques, une équipe norvégienne a mis en place une expérimentation avec des poids lourds.

La viabilité hivernale nécessite également compétence et une validation des connaissances ; les administrations norvégiennes et suédoises ont mis en place des procédures de qualification des personnels s'inscrivant dans un cadre normatif européen. De son côté, l'administration finlandaise des routes, qui emploie de nombreux prestataires, a développé un système de suivi en temps réel, dont les informations sont visibles sur Internet, notamment par les usagers. Un tel support pourra aussi être utilisé pour la gestion de la satisfaction des clients. Une autre communication a abordé la démarche qualité, au travers de

Illustration 7 (thème 4) - En Écosse, des conditions parfois difficiles
Illustration 8, page de droite (thème 4) - Permettre la circulation des vélos à Québec



8

Beyond keeping roads open to traffic, winter service operations must also ensure user safety; Finland and South Korea conducted analyses of winter accident statistics with respect to level-of-service. Accidents have been invoked to rewrite rules and reorganize user information processes: Norway has tested the implementation of such a process that informs motorists of wind speed and direction, visibility conditions and skid resistance when driving through a mountain pass.

Users are obviously very interested in driving conditions, which determine the level of skid resistance. Multiple solutions, methods and facilities exposed over the course of the Congress offered considerable insight. Given the lack of literature on tire quality, a Norwegian team of researchers set up an experiment using trucks.

Winter service requires skill and the potential to validate knowledge acquisition; Norwegian and Swedish authorities have adopted a set of personnel certification procedures that comply with the European standards framework. Finland's Roads Administration, which relies heavily on subcontractors, has developed a real-time monitoring system that posts output to the Internet, for consultation mainly by users. Such an approach can also be used to manage client satisfaction. Another paper discussed a quality approach, via winter service provision contracts, that accounts for increasing levels of difficulty, from basic to extremely complex.

The management of winter services entails societal aspects as well; for over 20 years, the Japanese city of Sapporo has delegated a predominant role to users/citizens,

between operational and mobility strategies (accident rates - type and severity); consistency of travel times; and updates on latest innovations, technologies and state-of-the-art decision-making aids. Measures dedicated to vulnerable users (cyclists, pedestrians, the mobility impaired) were presented.

Winter climatology and index definition are current concerns given the wide fluctuations in winter weather; Lithuania has developed a toolbox that allows drawing insightful comparisons. Winter service also implies managing stockpiles of deicing salts; the German Federal Research Institute has devised a model that uses roadside weather station data and meteorological forecasts as inputs. A French guide on deicing salt storage was introduced.

Other papers focused on service intervention strategies by type (preventive, curative, brine), whereby the determination of residual quantities helps optimize salting operations; moreover, sensors are used to justify: snow removal strategies, the choice of most efficient salt, and even the size of maintenance facilities.

A good number of phenomena still need to be explained, such as the effect of traffic when transforming ice and snow; Denmark sought to quantify this effect in using a carousel to simulate traffic. Various models have been developed; the data being input include a historical record of maintenance operations, traffic volumes, weather conditions, and a pavement state of repair, with the objective of predicting the quality of surfaces, maintenance work, etc.

Illustration 7, left page (theme 4) - Conditions can become hostile in Scotland
Illustration 8 (theme 4) - Accommodation for bicycle traffic in Quebec City

contrats de prestations de viabilité hivernale de difficulté croissante, de basique à extrêmement complexe.

La gestion de la viabilité hivernale revêt enfin des aspects sociétaux ; depuis plus de vingt ans la ville de Sapporo, au Japon, donne une place prépondérante à l'usager/citoyen, visant à créer une véritable culture de l'hiver, avec définition d'objectifs chiffrés et d'indicateurs. Piétons et cyclistes font aussi partie des préoccupations des gestionnaires ; la question des trottoirs et des pistes cyclables a été abordée par la ville de Québec, pionnière en la matière.

THÈME 5 - APPROCHES OPÉRATIONNELLES, ÉQUIPEMENTS ET PRODUITS

L'évolution des équipements, des technologies et des produits pour lutter contre la neige et le verglas a été abordée au travers de présentations portant sur les propriétés, les performances, l'analyse du cycle de vie, les impacts sur l'environnement des méthodes de raclage, des matériels d'épandage, des fondants routiers et des abrasifs, ainsi que sur le caractère durable des approches opérationnelles de service hivernal.

Les séances techniques ont également permis d'évoquer les approches alternatives aux méthodes traditionnelles, ainsi que le contrôle des congères par des barrières à neige ou le modelage du terrain, la détection et la protection contre les avalanches, ou encore l'utilisation de sources d'énergie géothermique.

Qualifier les produits est toujours d'actualité ; des études françaises et lituaniennes se sont attachées à déterminer leurs performances et leur innocuité vis-à-vis de l'environnement

à partir d'études de laboratoire et d'essais grandeur nature. Les quantités théoriques de fondants routiers à épandre sur les routes sont faibles ; en effet, pour le verglas, nombre d'interventions se font préventivement et de plus en plus à la bouillie ou à la saumure. Il faut épandre sur une chaussée, et ce de façon homogène, quelques grammes ou dizaines de grammes de produit par mètre carré, à partir d'un véhicule qui roule à plus de cinquante kilomètres heure ; cette opération reste délicate.

Optimiser matériels et épandage, déterminer les quantités répandues et contrôler le résultat restent ainsi des composantes fondamentales de la viabilité hivernale. Dans cette perspective, divers travaux de normalisation ont été entrepris en Europe : essais en site propre au Danemark, outils (Odemie) et méthodes de contrôle de la dispersion transversale et longitudinale en France.

Mais l'appréciation faite par l'opérateur peut aussi causer des dérives, comme l'ont montré des tests effectués en Allemagne pour analyser les différences résultant de l'évaluation d'une situation météo routière. De ce point de vue, la formation doit être améliorée.

Caractériser un résultat, utiliser des informations pour décider du mode d'intervention sont devenus une nécessité ; l'une des solutions est de mesurer l'adhérence. Ceci vaut naturellement pour les chaussées routières, mais aussi pour les trottoirs et les pistes cyclables, comme plusieurs communications l'ont prouvé.

En tout état de cause, l'acquisition de données variées est un facteur important pour une bonne mise en œuvre. Différentes techniques ont été présentées, dont une méthode optique

with the intention of creating bona fide winter governance, with announced quantitative objectives and indicators. Pedestrians and cyclists receive full consideration from facility managers; the issues of sidewalks and bicycle lanes were raised by the city of Quebec, renowned for its pioneering work.

THEME 5 - OPERATIONAL APPROACHES, SPECIFIC EQUIPMENT AND PRODUCTS

The upgrades to equipment, technologies and products for removing snow and ice were on display through a series of presentations focusing on: properties, performance, life cycle analysis, and environmental impacts due to scraping methods, spreading vehicles, deicing salts and abrasives. The sustainable nature of winter service operations also received attention.

The technical sessions provided the opportunity to suggest alternatives to traditional approaches, along with snowdrift control steps, by means of installing snow barriers or grading the land, plus avalanche detection and protection, and use of geothermal energy sources.

Product certification remains a current topic; French and Lithuanian studies set out to determine product performance and safety relative to the environment, based on both laboratory work and full-scale testing. The theoretical quantities of deicing salts to be spread onto roads are in fact quite small; for icy roads, many maintenance operations lie in the preventive realm and increasingly rely on slurry or brine. Spreading on a pavement needs to be even and involves at most in the tens of grams of product per square meter, sprayed from a vehicle moving faster than 50 km/h: a delicate operation to say the least.

Optimizing equipment and spreading techniques, determining the quantities released and verifying results remain critical facets of the winter service activity. From this standpoint, work towards standardization has been undertaken at the European level: tests on dedicated sites in Denmark; tools ("Odemie") and methods for limiting transverse and longitudinal dispersion in France.

Assessments made by operators can however lead to erroneous actions, as revealed by tests carried out in

Germany to analyze differences stemming from the evaluation of a roadside weather situation. From this perspective, operator training would need to be improved.

Characterizing an outcome and using information to decide on the best maintenance practice have become absolutely necessary; one solution calls for measuring skid resistance. This step naturally applies to road pavements, but is also valid for sidewalks and cycling lanes, as several papers underscored.

Under all circumstances, acquiring varied data is key to successful implementation. A range of techniques were presented, including an optical method developed in Spain to measure residual salinity. Some approaches used sensors to facilitate real-time decision-making or characterize itineraries and situations; this step involved: thermal mapping, use of onboard vehicle data, and transmission of weather information.

Moreover, the pavement itself may be beneficial. Research on surfacing materials with anti-icing properties is not recent yet has still not yielded its anticipated results. Research is ongoing

9



Illustration 9 (thème 5) - Contrôle de la dispersion transversale (France)

Illustration 10 (thème 5) - Prendre en considération la texture dans les stratégies de traitement : de la théorie à la pratique
Illustration 11, page de droite (thème 5) - Japon : des recherches sur un revêtement aux propriétés anti-verglas

32

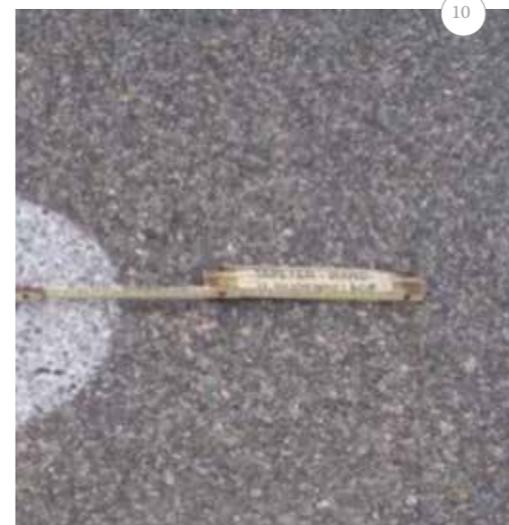


Illustration 9, left page (theme 5) - Limiting the transverse dispersion of product (France)

Illustration 10 (theme 5) - Incorporate texture into treatment strategies, from theory to practice
Illustration 11 (theme 5) - Japan: research on surfacing materials with anti-icing properties

10



11

33

développée en Espagne pour mesurer la salinité résiduelle ; ou encore des approches utilisant des capteurs pour faciliter la prise de décision en temps réel, ou pour caractériser itinéraires et situations : cartographie thermique, usage de données issues des véhicules, transmission d'informations météo.

Par ailleurs, le revêtement lui-même peut être mis à contribution. La recherche de revêtements possédant des propriétés antiverglas est ancienne ; toutefois, elle n'a pas encore produit les fruits escomptés. Les recherches continuent au Japon, en Andorre ou encore en Allemagne, parmi d'autres.

L'environnement est devenu une préoccupation importante de la viabilité hivernale, au cœur même des enjeux opérationnels. Ainsi, une étude sur les systèmes de filtration des chlorures dans les bassins permet de comprendre comment les ions migrent dans les sols. Des méthodes alternatives sont également envisagées. Au Japon, l'énergie géothermique est à la source de systèmes de fonte de la neige, mais aussi de chauffage direct des chaussées. L'Allemagne s'est également intéressée en détail à la mise en œuvre de systèmes de chauffage, à leur intérêt et à leurs limites.

Enfin, les obstacles naturels et artificiels à la viabilité hivernale n'ont pas été négligés. Avalanches et congères sont une préoccupation majeure des exploitants, ont fait l'objet de présentations parmi lesquelles une communication andorrane faisant le bilan de trente ans d'expérience, une intéressante étude sur le col de la Fageole (sur l'A75 en France), ou encore sur divers systèmes de modélisation et de prévision des avalanches. Du côté des obstacles artificiels, des communications ont traité la résistance des glissières de sécurité au contact des lames de déneigement, ou encore la gestion des bourrelets pour l'implantation de giratoires au Japon.

THÈME 6 - LES USAGERS DE LA ROUTE EN CONDITIONS HIVERNALES

L'usager de la route est un partenaire important de la viabilité hivernale. Les besoins des usagers de la route en hiver varient selon la nature de leur voyage, nécessitant des plans de gestion et des modes de communication appropriés. À titre d'exemple, des téléphones intelligents, des applications particulières, des systèmes de communication embarqués, ou les médias sociaux peuvent être des moyens viables de faire communiquer autorités routières et usagers, dans les deux sens. Les véhicules ont évolué et disposent de nombreuses aides à la conduite, dispositifs de sécurité, et systèmes pour communiquer avec les opérateurs. Ces progrès contribuent également à la mobilité en hiver.

Disposer d'informations sur les conditions de conduite et de circulation est indispensable pour l'usager, le Japon a ainsi présenté un site Internet dédié nommé « *Drive traffic* ». Toujours au Japon, un autre site indique aux usagers de la route les prévisions de viabilité à 24 heures, leur permettant de décider ou non de leur déplacement.

L'information doit être aisément compréhensible ; c'est pourquoi les États-Unis ont mené une réflexion sur le formatage de l'information transmise aux usagers, en produisant un guide de diffusion destiné aux exploitants.

La conjonction des véhicules lourds, de la pente et de la neige conduit le plus souvent à des difficultés. Il existe cependant peu d'éléments objectifs pour qualifier chacune de ces composantes ; la Norvège a réalisé une étude, montrant qu'il est possible d'associer des capacités de franchissement à différents types de silhouettes de poids lourds.

in a number of countries including Japan, Andorra and Germany.

Environmental concerns have become central to winter services and lie at the very heart of operational strategies. A study on chloride filtration systems in retention basins indicates how ions migrate into soils. Alternative methods are also on the drawing board. In Japan, geothermal energy powers not only snow melting systems, but the direct heating of pavements as well. Germany has extensively studied the potential for implementing heating systems, in evaluating both their benefits and limitations.

Moreover, the natural and artificial obstacles to winter service were not ignored. Avalanches and snowdrifts are a chief cause for concern among facility managers and received attention at the Congress, which included an Andorran paper assessing 30 years of experience in an interesting study on the Col de la Fageole mountain pass (on France's A75 motorway), along with various avalanche modeling and forecast systems. As for artificial obstacles, presentations focused on the strength of guardrails when coming into contact with snow removal blades and on handling flanges during the construction of roundabouts in Japan.

THEME 6 - THE ROAD USER COPING WITH WINTER CONDITIONS

The road user is an important partner in the provision of winter services. Users' needs during the winter season vary depending on their type of travel, giving rise to appropriate management plans and communication modes. As an example, smartphones, custom applications, onboard communication systems or social media may all be

viable means for opening two-way lines of communication between road authorities and motorists. Vehicles have evolved and now possess many assistance systems and devices for driving, safety and communications with facility operators. This progress has also enhanced wintertime mobility.

Retrieving information on driving and traffic conditions is essential to the user; in this vein, Japan unveiled a dedicated Website called "*Drive traffic*". Another Japanese site provides users round-the-clock forecasts of road conditions, helping them decide whether or not to take the wheel.

Information must be easily understood; for this reason, the United States identified the most efficient format for communicating with users, in producing a dissemination guide addressed to facility managers.

The combination of heavy vehicles, slope and snow most often creates driving difficulties. Nonetheless, only a few objective investigations exist in the literature to qualify each of these components individually; a Norwegian study showed that it was indeed possible to associate the capacity to cross a mountain pass with various types of truck designs.

It can be quite difficult to predict road weather phenomena, many of which are capable of occurring very suddenly and/or within very localized areas, without the operator's liability necessarily being protected. As a matter of fact, road accident victims due to snowy or icy conditions can file suit against the facility manager for substandard maintenance. French and German papers delved into this subject, specifying the extent of manager liability and potential remediation.

While reducing the number of road accident victims remains a major objective, the perception of the road environment during winter is still subject to modification, as demonstrated in a Quebecois study.

THEME 7 - ROAD TUNNELS EXPOSED TO WINTER CONDITIONS

The inclusion of this theme in the event's technical program stems from the interest generated by various papers presented at the previous Winter Road Congress held in 2010 in Quebec City.

Inside road tunnels, temperature conditions are reasonably uniform and constant throughout the year; nonetheless, when outside temperatures are very low, exceptional operating measures may be required, especially at tunnel entrances and in the vicinity. Design of the structure and its equipment must account for such variations. Papers submitted to the Andorra Congress sought to demonstrate this point.

One paper described the operating experiences encountered in many tunnels in the region around Aragon (Spain), whose elevation at over 1,000 meters necessitates adopting maintenance measures that guarantee service despite the risk of snowfall. A close-up was provided of this region's Somport cross-border tunnel, describing in detail the activities and knowledge acquired here while addressing the various problem areas:

- human resource requirements, notably in critical zones like tunnel entrances;
- interactions with the user via local as well as regional information services;



12

Illustration 12 (thème 6) - Défi du meilleur grimpeur sur route enneigée : le camion de droite ou le camion de gauche ?

Illustration 12, left page (theme 5) - Competition of the best climber on a snow-packed road: right or left truck?

Il est parfois difficile de prévoir les phénomènes météo routiers, qui peuvent survenir de façon très rapide ou très localisée, non sans conséquence juridique pour les exploitants. En effet, les victimes d'accidents de la route liés à la neige ou au verglas peuvent mettre en cause le gestionnaire routier pour défaut d'entretien normal. Des communications françaises et allemandes se sont attachées à cette question de la responsabilité du gestionnaire et des éventuelles réparations.

Enfin, si réduire le nombre de victimes sur les routes reste un objectif majeur, la perception de l'environnement routier en hiver peut elle-même être altérée, comme l'a montré une étude québécoise.

THÈME 7 – TUNNELS ROUTIERS EN CONDITIONS HIVERNALES

L'inscription de ce thème au programme technique de ce congrès résulte de l'intérêt soulevé par diverses communications présentées lors du précédent congrès de la viabilité hivernale à Québec, en 2010.

A l'intérieur des tunnels routiers, les conditions de température sont raisonnablement uniformes et constantes au long de l'année. Cependant, lorsque les températures extérieures sont très basses, des mesures d'exploitation exceptionnelles peuvent être requises, notamment aux têtes du tunnel et dans leurs environs. La conception de l'ouvrage et de ses équipements doit en tenir compte. C'est ce qu'ont voulu démontrer les communications reçues à Andorre.

Une communication a décrit les expériences d'exploitation des nombreux tunnels de la région d'Aragon (Espagne) dont l'altitude, supérieure à 1 000 mètres, oblige à adopter des mesures d'entretien garantissant la viabilité face au risque de chutes de neige. Parmi ces ouvrages, c'est le tunnel binational du Somport sur lequel les activités et les connaissances acquises ont été décrites avec le plus de détails, en traitant les différents aspects du problème :

- les ressources humaines nécessaires, notamment dans les zones critiques comme les têtes du tunnel ;
- l'interaction avec l'utilisateur par les services d'information locaux, mais aussi régionaux ;
- les opérations d'entretien nécessaires pour assurer le fonctionnement de l'infrastructure et des installations du tunnel.

Une seconde communication a porté sur les défis posés par deux tunnels urbains à Québec, dont les conditions climatiques obligent à d'énormes efforts de planification et d'organisation tout au long de l'année, afin de respecter les critères de conservation, d'entretien et de sécurité. Des vidéos et photographies spectaculaires ont aidé, sans aucun doute, à saisir l'ampleur du problème.

La troisième communication, enfin, a présenté l'expérience du tunnel d'Envalira, à Andorre, le plus élevé des grands tunnels européens. Elle a montré l'intérêt d'adopter une démarche globale de l'utilisateur et de la sécurité, en donnant des exemples précis de mesures de conception qui influent sensiblement sur l'exploitation du tunnel.

Deux aspects essentiels sont ressortis de ces analyses :

- la nécessité de prendre en considération les aspects liés à l'exploitation et les défis posés par les conditions extrêmes, dès la phase de conception du projet. Une conception appropriée de l'ouvrage et de ses installations aura un impact très important sur la réduction des coûts d'exploitation qui seront finalement nécessaires pendant la durée de vie utile de l'infrastructure.
- les efforts considérables réalisés par les différentes administrations pour accroître et améliorer les canaux d'interaction avec les usagers, destinataires finaux de ces aménagements.

THÈME 8 - PONTS ROUTIERS EN CONDITIONS HIVERNALES

Deux séances étaient consacrées, d'une part, à l'impact des sels de déverglaçage sur les ponts et méthodes de protection et, d'autre part, à l'entretien des ponts routiers en conditions hivernales.

La spécificité des ponts routiers (exposition du tablier au refroidissement) conduit à observer, au droit du revêtement et de la structure même de l'ouvrage, des températures inférieures à celle de la route d'amenée. En outre, les conditions de vent sont souvent plus défavorables au droit des ponts, renforçant cette baisse de température. Les courants d'air présents dans certains tunnels peuvent également être la cause d'un refroidissement accru au droit d'un pont situé à proximité d'une tête de tunnel. Cet effet a été mis en évidence sur un tronçon de l'autoroute A2 en Croatie.

Ces conditions microclimatiques particulières imposent donc un traitement hivernal spécifique au droit des ponts. Une meilleure



13



14

- maintenance tasks required to ensure tunnel infrastructure and installations are operating properly.

A second paper investigated the challenges raised by two urban tunnels in Quebec City, with weather conditions imposing tremendous planning and organizational efforts throughout the year, in order to meet all preservation, maintenance and safety criteria. Spectacular videos and photos no doubt helped grasp the magnitude of these challenges.

The third and last paper presented the experience with Andorra's Envalira Tunnel, the highest major tunnel in Europe. The benefit of adopting a global approach encompassing the user and safety could be substantiated, while providing concrete examples of design measures that noticeably influence tunnel operations.

These analyses highlighted two fundamental aspects:

- the need to incorporate operations and the challenges created by extreme conditions, as of the project design phase. An appropriate design of the structure and its installations will lead to tremendous savings in operating costs, with more cost-efficient facilities required

- throughout the useful life cycle of the infrastructure;
- significant efforts deployed by the various agencies to expand and improve interaction channels opened with users, who are the ultimate beneficiaries of these upgrades.

THEME 8 - ROAD BRIDGES UNDER WINTER CONDITIONS

Under this heading, two sessions were dedicated respectively to the impact of deicing salts on bridges and related protection methods, and the maintenance of road bridges under winter conditions.

The specificity of road bridges (deck exposed to cooling) leads to observing, at the level of the surfacing and the bridge structure itself, temperatures below those of the adjacent road. Also, wind conditions are often more unfavorable where the bridge begins, further amplifying this temperature drop. Air drafts present in some tunnels may be the cause of increased cooling for a bridge located near a tunnel entrance. This effect was effectively documented on a section of Croatia's A2 motorway.

These unique microclimatic conditions impose special winter treatment at

bridge sites. An improved knowledge of temperatures at these sites, by means of additional measurements, allows optimizing such treatment, thus reducing the quantity of salts spread.

The salt spread, NaCl for the most part, is discharged via the bridge drainage system. In the event of direct discharge or a break in a drain pipe, bridge piers may become degraded, and sometimes quite rapidly, as was the case for a ten-year-old Andorran viaduct.

However, a large proportion of these salts are discharged through drainage and enter into contact with the upper surface of the bridge structure, as well as with the lower surface through infiltration paths located at breaks in the seal, dilatation joints or around the drain periphery, etc. This generates significant corrosion on the reinforcements, post-tensioning cables and guardrail anchorages, as pointed out in a British study. Chlorides exacerbate this corrosion yet are not consumed by the electrochemical reaction, as was well described in one of the presentations; they therefore remain harmful for an unlimited period of time!

Chlorides also affect the behavior of concrete exposed

connaissance des températures au droit de ceux-ci, par un renforcement des mesures de températures, permet d'optimiser ce traitement spécifique et de réduire la quantité de sels répandue.

Le sel répandu, NaCl principalement, s'évacue par le système de drainage du pont. En cas d'évacuation directe ou de rupture des tuyaux d'évacuation, les piles peuvent être dégradées parfois assez vite comme sur un viaduc de seulement 10 ans à Andorre.

Toutefois, une partie importante de ces sels échappe au drainage et entre en contact avec la structure de l'ouvrage en face supérieure mais aussi en partie inférieure par des voies d'infiltrations situées au droit des défauts d'étanchéité, des joints de dilatation, ou des pourtours d'avaloirs, etc. Ils induisent alors une importante corrosion des armatures, des câbles de postcontrainte, des ancrages de garde-corps, etc., comme le constate une étude britannique. Les chlorures favorisent cette corrosion mais ne sont pas consommés par cette réaction électro-chimique bien décrite dans un exposé. Ils restent donc nocifs sans limite dans le temps !

Les chlorures interviennent aussi dans le comportement du béton face aux cycles de gel-dégel dont ils renforcent la dangerosité. En Espagne c'est cet effet des chlorures qui est considéré comme principal par les autorités. Enfin, les sels de déverglaçage contiennent aussi du sodium, qui peut contribuer au développement de réactions de gonflement interne du béton (réaction alcali-granulats) comme observé en Espagne et au Danemark.

Un premier traitement possible est d'empêcher la pénétration des chlorures dans le béton. Un exposé japonais présente un tel traitement par une solution d'imprégnation à base de silane (*illustration 16, page de droite*) qui colmate la porosité de surface et empêche ainsi la pénétration de l'eau chargée de chlorures dans le béton tout en restant perméable à la vapeur d'eau.

Cette imprégnation hydrophobe est appliquée aux surfaces directement en contact avec les sels de déverglaçage comme les rives de pont, dispositifs de retenue en béton, trottoirs, etc.

Elle pénètre sur 5 à 10 mm mais doit être renouvelée au minimum tous les 6 ans. Toutefois, la facilité d'application rend cette solution intéressante. Ainsi pour un relevé de rives d'une durée de vie de 100 ans, renouveler cette couche tous les 6 ans est de 15 à 60 % moins onéreux que de remplacer l'élément après 50 ans suite à sa dégradation par les chlorures.

Empêcher tout contact des chlorures avec la structure d'un pont est souvent impossible, dès lors ce risque de pollution doit se gérer en tant que tel. Au Royaume-Uni cette gestion du risque chlorures intègre aussi le changement climatique dont les conséquences escomptées y sont des hivers plus doux et plus humides. Dès lors la fréquence des périodes d'épandage va diminuer mais lors de ceux-ci la consommation en sels va croître suite à l'augmentation des précipitations en période hivernale. Cette gestion du risque chlorures conduit à adapter les techniques et fréquences d'inspections des ponts afin de détecter au plus vite les infiltrations d'eau chargée en chlorures.

Dans de nombreux pays, le parc de ponts s'est fortement agrandi dans les années 1960-70. Certains éléments fortement sollicités peuvent déjà être en fin de vie (*illustration 17, page de droite*). Ainsi au Danemark, l'administration des routes, sur base de l'expérience actuelle, estime que durant ces années-là, une pile de ponts exposée aux chlorures avait une durée de vie de 15-20 ans. Pour une rive de ponts elle était de 20-30 ans et pour une étanchéité de 30-40 ans.

L'inspection détaillée d'un ouvrage dégradé en vue de préparer sa réhabilitation nécessite l'utilisation de plusieurs méthodes non destructives (mapping potentiométrique, mesureur d'enrobage, radar haute fréquence, thermographie infrarouge, Impulse response, etc.) combiné à des prélèvements d'échantillons pour analyses en laboratoire (teneur en chlorure, en humidité, évaluation de l'alcali-réaction, etc.). Ceci est réalisé par exemple au Danemark, en Espagne et dans la principauté d'Andorre.

Au Danemark, grâce à ces résultats, il est admis qu'en dessous d'une valeur d'environ 0,05 % de chlorures par rapport à la

to freeze-thaw cycles and raise the level of hazard. In Spain, such a chloride effect is considered predominant by authorities. Moreover, deicing salts contain sodium, which can speed the development of internal swelling reactions in concrete (known as the alkali-aggregate reaction), as observed in Spain and Denmark.

One initial possible treatment consists of preventing chloride penetration into the concrete. A Japanese presentation featured such an impregnation treatment using a silane-based solution (*illustration 16*) that clogged the surface porosity and thus prevented the penetration of water charged with chlorides into the concrete, while remaining permeable to water vapor.

This water-repellent impregnation technique is applied to the surfaces in direct contact with deicing salts, such as bridge rails, concrete retaining systems and sidewalks. The solution penetrates a thickness of 5 to 10 mm but must be repeated at least every 6 years; however, ease of application is what makes this option attractive. For a raised rail with a 100-year life span, renewing this layer every 6 years represents a 15% to 60% cost savings compared to replacing the element after 50 years subsequent to chloride damage.

Preventing all contact between chlorides and a bridge structure often proves to be impossible,

once managing this pollution risk has become a real concern. In the United Kingdom, this chloride risk management process now includes climate change, which is expected to produce warmer and wetter winters, resulting in less frequent chloride spreading periods, yet accompanied by higher salt consumption due to increased precipitation during winter. Chloride risk management promotes bridge inspection techniques at greater frequencies for the purpose of detecting chloride-charged water infiltration as quickly as possible.

In many countries, the number of bridges greatly increased during the 1960's and 70's. Some of the most exposed elements might already be at the end of their life cycle (*illustration 17*). Denmark's Roads Directorate, based on current experience, has estimated that during the intervening period, a bridge pier exposed to chlorides saw its life cycle reduced to 15-20 years. For a bridge rail, the life cycle had been from 20 to 30 years, climbing to 30-40 years with a proper seal.

The detailed inspection of a degraded bridge, in the aim of preparing its rehabilitation, requires implementing several non-destructive methods (e.g. potentiometric mapping, coating measurements, high-frequency radar, infrared thermography, impulse response) in combination with samples extracted for laboratory

analyses (chloride content, humidity, alkali-silica reaction evaluation). These procedures are conducted in a number of countries, including Denmark, Spain and the Principality of Andorra.

Thanks to these findings, the Danes recognize that below a value of approx. 0.05% chlorides relative to the total concrete mass, no corrosion risk exists. Beyond this threshold, if corrosion traces are observed, then the polluted concrete must be withdrawn. If this pollution rate reaches 0.1%, then the material is to be withdrawn even in the absence of corrosion.

Let's note that in the presence of prestressing strands, these thresholds are to be cut by half. Moreover, the consequences of chloride-induced strand corrosion are much more serious for overall bridge stability.

In cases where the concrete is replaced locally, questions are raised over the durability of repairs (due to fatigue, freeze-thaw cycles, skid resistance, etc.). In Japan, these repairs are performed with fast-setting concrete in order to limit the impact of repair duration on traffic. Fatigue tests with the traffic simulator run on a test slab repaired in its central section over a minimal thickness indicate that while skid resistance appears to be sufficient between the repair and the slab concrete, this fast-setting concrete displays less fatigue resistance.



Illustration 15 (thème 8) - Des dégâts à la butée, à la paroi et à la surface à cause des cycles gel/dégel

Illustration 16, left page (thème 8) - Traitement par une imprégnation à base de silane

Illustration 17, left page (thème 8) - Dégradation d'un pont exposé aux chlorures



Illustration 15, left page (theme 8) - Damage at abutment, sidewall and surface due to freeze-thaw cycles

Illustration 16 (theme 8) - Treatment by impregnating a silane-based solution

Illustration 17 (theme 8) - Degradation of a bridge exposed to chlorides

masse de béton, il n'y a pas de risque de corrosion. Au-delà de cette limite, si des traces de corrosion sont observées, le béton pollué doit être retiré. Si cette pollution atteint 0,1 %, il est retiré même en l'absence de corrosion.

Notons qu'en présence de torons de précontrainte, ces limites sont à diviser par deux. En outre, les conséquences d'une corrosion par les chlorures d'un toron sont beaucoup plus importantes sur la stabilité générale du pont.

Dans les cas où le béton est localement remplacé, se pose la question de la durabilité de la réparation (fatigue, cycles de gel-dégel, adhérence, etc.). Au Japon, ces réparations sont réalisées avec des bétons à prise rapide pour limiter l'impact de la durée de la réparation sur le trafic. Des essais de fatigue au simulateur de trafic réalisés sur une dalle test réparée en son centre sur une épaisseur limitée, indiquent que si l'adhérence semble suffisante entre la réparation et le béton de la dalle, le béton à prise rapide utilisé présente une moindre résistance à la fatigue.

Suite à cette campagne d'essais, il est aussi apparu qu'une dalle test placée dans des conditions de gel présente une résistance à la fatigue 2,5 fois supérieure à la même dalle hors gel.

- dans les régions à hiver froid, il convient de d'empêcher la pénétration des sels de déverglaçage dans le béton ; à cette fin, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs d'étanchéité et de scellement des joints ;
- lorsque les sels ont pénétré dans le béton, les ions chlorures y demeurent et occasionnent des dégâts permanents. Il faut donc intervenir dès l'apparition des détériorations ;
- il est possible de réduire l'emploi des sels de déverglaçage en prenant en considération la température et le niveau de service de chaque ouvrage.

CONCLUSIONS

Environ 1 500 participants aux conférences, 3 000 visiteurs, 600 spectateurs pour le concours de chasse-neige, 150 communications réparties en 38 séances et 170 présentations d'affiches : ce premier bilan quantitatif donne la dimension de l'événement, une première pour la Principauté d'Andorre et un véritable succès.

Un congrès, c'est aussi toute une partie d'animation avec l'exposition et les rencontres sur les stands, des démonstrations de matériels, des visites techniques, un concours de chasse-neige, et enfin des activités culturelles.

Le Congrès Andorre 2014 a réuni les experts de la viabilité hivernale du monde entier, et atteint son objectif de faciliter le partage des connaissances et d'échanger des idées sur les derniers développements et les défis liés au service hivernal. Ce succès est une puissante motivation pour continuer dans cette voie, et préparer le XV^e Congrès international de la Viabilité hivernale de l'Association mondiale de la Route, qui se déroulera à Gdańsk, en Pologne, en 2018.#

Enfin, lorsque qu'il n'est pas possible de retirer le béton pollué, la solution d'installer une protection cathodique est préconisée dans plusieurs pays pour empêcher l'évolution d'une telle corrosion. Cette installation relativement légère nécessite néanmoins une surveillance continue et une alimentation électrique même si elle est de faible importance.

Les budgets d'entretien des ponts en béton se réduisent du fait de la situation économique de nombreux pays. Les échanges réalisés lors de cette séance se sont donc avérés d'autant plus fructueux, et il est possible d'en tirer les leçons suivantes :

18



Illustration 18 - Candidats et spectateurs au pied du mur, 2400 m d'altitude, une température de -10 °C, du vécu

Illustration 19, left page - Zone d'exposition du Congrès d'Andorre

Following the testing campaign, it also appeared that a test slab placed under freezing conditions exhibits a fatigue resistance 2.5 times greater than the same slab once thawed.

When it is impossible to withdraw the polluted concrete, the solution of installing cathodic protection is advised in several countries, in order to prevent such corrosion from advancing. This relatively simple step still necessitates continuous monitoring and an electrical supply even at such a low power level.

The maintenance budgets for concrete bridges are shrinking in many countries due to economic hardship. The exchanges held during this Congress were particularly beneficial, and it is now possible to draw the following lessons:

- In regions with cold winters, it is advised to prevent the penetration of deicing salts into the concrete. To achieve this, it is necessary to set up sealing systems in addition to embedding joints.
- Once salts have penetrated into the concrete, chloride ions remain and cause permanent damage, hence the need to intervene as of the first signs of deterioration.
- It is possible to reduce the use of deicing salts by taking into account both the temperature and level of service of each individual structure.

CONCLUSION

Some 1,500 Congress participants, plus another 3,000 visitors, 600 spectators for the snowplough contest and 150 speakers spanning 38 sessions and 170 poster presentations: this initial

quantitative assessment provides a scale of the event, a first for the Principality of Andorra and an undisputed success.

A Congress program includes an entire portion devoted to making connections, with exhibits and meetings at the stands, equipment demonstrations, technical field trips, a snowplough competition and cultural activities.

The 2014 Andorra Congress gathered winter service experts from the world over and achieved its objective of streamlining knowledge sharing and exchanging ideas on the latest developments and challenges facing winter road services. This success provides a powerful incentive to continue the effort, in preparing the World Road Association's 15th International Winter Congress in 2018, to be held in Gdańsk, Poland.#

19



Illustration 18, left page - Contestants and spectators at the foot of the wall, 2400 m high, and a temperature of -10°C, now that's an experience!

Illustration 19 - The exhibition area at the Andorra Congress