



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

O N R



Observatoire National de la Route

Observatoire
National
de la Route

DICTIONNAIRE DE L'ENTRETIEN ROUTIER

VOLUME 4: VIABILITÉ HIVERNALE



Page laissée blanche intentionnellement



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

O N R



Observatoire National de la Route

Observatoire
National
de la Route

DICTIONNAIRE DE L'ENTRETIEN ROUTIER

THÈME 4 : Viabilité Hivernale

Page laissée blanche intentionnellement

PRÉFACE

DIFFUSÉS EN 1996, les trois premiers volumes du Dictionnaire de l'entretien routier consacrés à l'organisation des services de l'Équipement liés à l'entretien routier, aux généralités de la route et aux chaussées ont remporté un succès important, tant au sein des services du Ministère de l'Équipement qu'auprès de nos partenaires extérieurs.

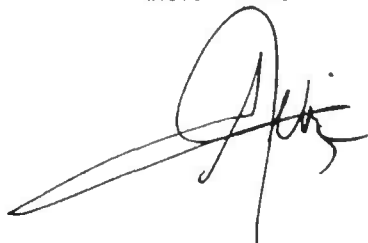
Poursuivant son travail sur ce dictionnaire, l'Observatoire National de la Route a produit le thème n° 4 consacré à la Viabilité Hivernale.

Je suis heureux de pouvoir diffuser ce thème consacré à un domaine en forte évolution et je remercie tout particulièrement le comité de rédaction et le CETE de l'Est pour la qualité du document produit.

Je ne doute pas que ce document intéressera tous les agents du Ministère de l'Équipement qui interviennent dans le domaine de la viabilité hivernale. Aussi, je vous invite à faire part de vos remarques et suggestions sur ce document au CETE de l'Est.

Je vous donne rendez-vous pour le prochain thème du Dictionnaire de l'entretien routier qui sera consacré aux Ouvrages d'Art.

André DENIS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'André Denis', with a long horizontal stroke extending to the left.

DRDE de Poitou-Charentes
Président de l'ONR

Page laissée blanche intentionnellement

SOMMAIRE

PRÉSENTATION

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| OBJECTIF ET PROCÉDURE D'ÉLABORATION DU DOCUMENT | 3 |
| RECHERCHE D'UN TERME | 4 |
| INTERVENANTS SUR CE VOLUME | 5 |
| CONTENU D'UNE DESCRIPTION DE NOTION | 7 |
| L'APPROCHE GLOBALE DE LA VIABILITÉ HIVERNALE | 11 |
| L'USAGER DE LA ROUTE | 13 |
| LE MAÎTRE D'OUVRAGE | 15 |
| LE MAÎTRE D'ŒUVRE | 17 |
| L'INTERVENANT | 19 |

L'USAGER DE LA ROUTE

21

| | |
|-------------------------------|----|
| Problématique | 23 |
| Droits et devoirs | 27 |
| Moyens à sa disposition | 31 |
| Critères de choix | 37 |

LE MAÎTRE D'OUVRAGE

41

| | |
|-----------------------------------------------------|----|
| Problématique | 43 |
| Droits et devoirs | 47 |
| Moyens d'action | 51 |
| aménagement pour lutter contre les phénomènes | 53 |
| aménagement pour les usagers | 57 |
| politique de la viabilité hivernale | 61 |
| Critères de dimensionnement | 65 |

LE MAÎTRE D'ŒUVRE

69

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Problématique | 71 |
| Droits et devoirs | 75 |
| Moyens d'action | 79 |
| aménagement pour faciliter le service hivernal | 81 |
| organisation du service hivernal | 85 |
| moyens de liaison interne | 91 |
| moyens d'aide à la décision | 95 |
| moyens de suivi du maître d'œuvre | 101 |
| moyens de gestion du trafic | 105 |
| Critères de dimensionnement et de décision | 109 |
| critères de choix de l'organisation | 111 |
| informations d'aide à la décision | 115 |
| informations d'aide à la décision - paramètres routiers | 119 |
| paramètre routier - état de surface | 123 |
| phénomènes routiers | 129 |

| | |
|------------------------------------------------------|-----|
| L'INTERVENANT | 133 |
| Problématique | 135 |
| définitions des interventions particulières | 137 |
| Droits et devoirs | 143 |
| Moyens d'action | 147 |
| matériaux | 149 |
| matériels | 153 |
| installations fixes | 161 |
| moyens de suivi d'installation | 165 |
| VIABILITÉ HIVERNALE - PETIT COURS DE PHYSIQUE | |
| Mieux comprendre pour mieux agir | 169 |
| Paramètres et phénomènes météorologiques | 173 |
| Paramètres et phénomènes routiers | 193 |
| INDEX ALPHABÉTIQUE GÉNÉRAL | 215 |

PRÉSENTATION

OBJECTIF ET PROCÉDURE D'ÉLABORATION DU DOCUMENT

L' OBSERVATOIRE NATIONAL DE LA ROUTE (ONR) est une plate-forme d'échanges volontaires sur le thème de l'entretien du réseau routier national. Il regroupe à la sortie du présent document près des deux tiers des directions départementales de l'Équipement.

Le fonctionnement de l'ONR, basé sur la comparaison de pratiques et de coûts entre les DDE membres, a nécessité l'écriture d'un dictionnaire des données afin que la référence soit commune. Le comité de pilotage de l'ONR a décidé d'élargir le référentiel à l'ensemble du domaine de l'entretien routier pour créer un véritable dictionnaire de l'entretien routier.

La procédure choisie est basée sur la notion d'un dictionnaire permanent. Une première version est rapidement conçue et publiée. Les réactions des utilisateurs dès les premières années permettront de faire vivre ce document. Par la suite le rythme de parution s'adaptera à la quantité de demandes de modification. Toute remarque ou demande de modification devra être adressée au :

Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est
Bureau du dictionnaire de l'entretien routier
Technopôle METZ 2000
1, boulevard Solidarité
B.P. 85230
57076 METZ CEDEX 03

Pour la conception de ce dictionnaire, le comité de pilotage de l'ONR a mis en place une structure spécifique. Elle se décompose en trois entités : **le comité de pilotage de l'ONR, le comité de validation et l'équipe de réalisation.**

Le comité de pilotage passe les commandes, fournit les moyens, contrôle le bon déroulement des procédures, prend les décisions.

Le comité de validation juge, par thème et lors d'enquêtes de validation, les définitions de notions sur :

- la présence dans le thème ;
- la justesse du terme associé ;
- la justesse de la description ;
- la clarté de la description ;
- la justesse des notes ;
- la clarté des notes ;
- la justesse des références.

L'équipe de réalisation écrit, propose les différentes étapes du document, réécrit en suivant les recommandations du comité de validation et se charge de la mise en page finale. Cette même équipe de réalisation est chargée de suivre les remarques des usagers et de préparer les futures versions.

Le comité de pilotage de l'ONR a fixé les objectifs suivants aux différents intervenants :

- le document devra cerner l'ensemble des notions auxquelles est confronté le personnel technique chargé de l'entretien routier ;
- il devra pouvoir être utilisé par l'ensemble de ce personnel comme :
 - . outil d'information personnelle,
 - . outil d'harmonisation du vocabulaire et donc de communication au sein du ministère chargé de l'Équipement,
 - . support de formation.

La conception du dictionnaire étant en cours, une partie seulement du document définitif est présentée dans ce volume ; le dictionnaire de l'entretien routier se décomposant en huit thèmes, seul le quatrième thème est présent dans ce volume :

- **ORGANISATION DES SERVICES DE L'ÉQUIPEMENT LIÉS À L'ENTRETIEN ROUTIER ;**
- **GÉNÉRALITÉS DE LA ROUTE ;**
- **CHAUSSÉES ;**
- **VIABILITÉ HIVERNALE ;**
- OUVRAGES D'ART ;
- DÉPENDANCES ;
- EXPLOITATION DE LA ROUTE ;
- ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ.

RECHERCHE D'UN TERME

Pour aider la recherche d'un terme, diverses listes de termes sont proposées.

En fin de volume, nous avons placé une liste alphabétique de l'ensemble des termes définis dans ce volume, ainsi que l'organisation du thème.

INTERVENANTS SUR CE VOLUME

Le comité de pilotage était composé de :

- M. AZAM, *Direction du personnel et des services* ;
- M. BIDEAU, *DDE du Finistère*,
puis M. INIZAN, *DDE du Morbihan* ;
- M. CHARGROS, *SETRA* ;
- M. DENIS, *DDE du Maine-et-Loire*, puis *DRDE de Poitou-Charentes*,
président de l'ONR à compter de juillet 1996 ;
- M. GUENIOT, *Direction de la sécurité et de la circulation routières* ;
- M. JACOBSONNE, *DDE des Ardennes*,
secrétaire du groupe de pilotage de l'ONR ;
- M. LACAVE, *DDE de la Sarthe*,
puis M. OZIOL, *DDE de Seine-et-Marne* ;
- M. LEGRIS, *DDE de la Somme* ;
- M. LEMAIGNIEN, *DDE du Loiret* ;
- M. QUILLIOU, *CETE de l'Est*,
puis M. MEYZIE, *CETE de l'Est* ;
- M. ROBICHON, *Direction des routes*,
sous-directeur DR/REG ;
- M. SOUDEE, *DDE du Calvados* ;
- M. THIBAUT, *DDE des Pyrénées-Atlantiques*,
président de l'ONR jusqu'en juillet 1996.

Le comité de validation était composé de :

- Mme BEUROTTE, *CETE de l'Est* ;
- M. DOUILLOT, *DDE du Loir-et-Cher* ;
- M. GOURLIN, *DDE de la Somme* ;
- M. GUIRAUD, *CETE de l'Est* ;
- M. MENAUT, *réseau technique, SETRA* ;
- M. MORINEAU, *DDE de la Savoie* ;
- Mme PERRIN, *Direction des routes* ;
- Mlle PIRONIN, *DDE du Cher* ;
- M. ROUSSEL, *SETRA / CETE de l'Est* ;
- M. SOUDEE, *DDE du Calvados*.

L'équipe de réalisation était composée de :

- Mme BEUROTTE, *CETE de l'Est, pour la conception* ;
- M. GUIRAUD, *CETE de l'Est, pour la conception (tél : 03 87 20 46 20)* ;
- M. ROUSSEL, *SETRA / CETE de l'Est, pour la conception* ;
- M. PRZYBYLA, *CETE de l'Est, pour la mise en page*.

Le suivi de l'ensemble des opérations a été assuré par Mme PERRIN, Direction des routes, sous-direction de l'entretien, de la réglementation et du contentieux.

CONTENU D'UNE DESCRIPTION DE NOTION

Terme privilégié associé à la notion, il est écrit en minuscule pour que l'on puisse distinguer les éventuelles majuscules

chaînes automatiques

Viabilité hivernale/Usager de la route

Appartenance ou thème/module

Définition de la notion comprenant tous les caractères nécessaires à la compréhension


Équipements hivernaux automatiques utilisés sur poids lourds, embrayables et débrayables depuis la cabine, assurant la circulation d'un tapis de chaînons sur l'aire de contact entre le pneu et la surface routière.

Note :

Elles se composent d'un galet sur lequel sont fixés des chaînons. Ce dispositif peut se mettre en place depuis la cabine en appuyant sur un bouton qui, par l'intermédiaire d'un vérin pneumatique, presse le galet porte-chaînes contre le flanc du pneu du camion. Le galet est entraîné en rotation par la roue du véhicule et, sous l'effet de la force centrifuge, les chaînons viennent s'interposer entre la surface routière et l'aire de contact du pneu.

Renseignements complémentaires présentés soit sous la forme de note (information intéressante mais non nécessaire à la compréhension de la notion), soit sous la forme d'exemple

Références bibliographiques

►  *Le Plan d'Intervention Viabilité Hivernale. Prise en compte de nouvelles exigences de qualité. Formation permanente ENPC. Novembre 1992.*

Page laissée blanche intentionnellement

THÈME 4

VIABILITÉ HIVERNALE

Page laissée blanche intentionnellement

L'approche globale de la Viabilité Hivernale

EN SITUATION HIVERNALE, un certain nombre de phénomènes d'origine atmosphérique dégrade, de façon importante et souvent durable, les conditions de circulation routière.

Les plus importants sont la neige (en chutes, au sol, en congères et même en avalanches) et le verglas qui prend des formes très variées (la congélation d'eau préexistante, la condensation solide, la précipitation de brouillard givrant, la pluie sur sol gelé et la pluie en surfusion).

Différents acteurs sont concernés par ces dégradations des conditions de circulation :

- **l'usager de la route** bien sûr directement confronté aux problèmes dans son acte de conduite ;
- **le maître d'ouvrage** (affectataire ou concessionnaire de la route) qui met en place des moyens humains et financiers pour assurer un service public de dégagement et de sécurisation de la route (le service hivernal) ;
- **le maître d'œuvre** qui se voit confier, par le maître d'ouvrage, l'organisation et la gestion du service hivernal ;
- **l'intervenant** qui réalise directement sur le réseau les interventions

La Viabilité Hivernale est l'état des conditions de circulation et du trafic résultant des diverses actions et dispositions prises par tous ces acteurs pour s'adapter ou combattre directement ou indirectement les phénomènes routiers hivernaux.

de service hivernal avec les moyens appropriés.

L'importance socio-économique de la route voudrait que le service hivernal public, régie ou entreprise, assure aujourd'hui l'essentiel de la viabilité hivernale.

Malheureusement, l'étendue des réseaux routiers, la soudaineté et l'ampleur des phénomènes et certaines limites techniques ne permettent pas au service public de gommer toutes les difficultés et obligent les usagers à une participation active à la gestion des risques.

La démarche engagée par la Direction des routes depuis 1994 à travers le montage des Documents d'Organisation de la Viabilité Hivernale tend à conduire les divers acteurs vers une véritable politique

de définition d'objectifs.

Le thème 4 "**Viabilité Hivernale**" du Dictionnaire de l'entretien routier a pour but de fixer la terminologie dans ce domaine très ouvert et complexe et en même temps de présenter l'approche globale de la démarche DOVH à travers la vision de la problématique, des droits et devoirs, des moyens d'action et des critères pertinents de choix de chacun des acteurs.

Page laissée blanche intentionnellement

L'usager de la route

EN VIABILITÉ HIVERNALE, l'usager de la route est une personne privée conduisant un véhicule automoteur sur un ouvrage routier.

La conduite de ce véhicule impose à l'usager le respect des règles du code de la route visant à assurer sa sécurité et celle des autres utilisateurs de la route.

En hiver, l'usager doit se préoccuper de la motricité et de la maîtrise de son véhicule sur des routes aux conditions de circulation dégradées. Il est en outre souvent confronté à des situations de visibilité réduite et de dangers particuliers.

Pour se prémunir contre ces difficultés, l'usager dispose de nombreuses possibilités d'action. On peut classer ces possibilités en quatre catégories :

- 1\ Celles qui concernent le véhicule :
 - le choix du véhicule en fonction de son type et de sa conception ;
 - la préparation du véhicule à l'hiver ;

- les accessoires particuliers à emporter ;
- l'équipement hivernal du véhicule.

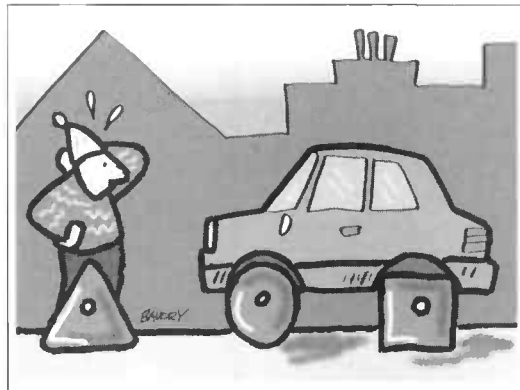
2\ Celles qui concernent la préparation au déplacement, voire le report pur et simple de celui-ci.

3\ Celles qui concernent la conduite hivernale elle-même :

- un bon équipement vestimentaire ;
- les bonnes attitudes de conduite ;
- l'analyse des risques en cours de trajet ;
- le respect des panneaux de signalisation et des consignes diffusées ;
- le respect des engins de service hivernal.

4\ Celles qui concernent le stationnement hivernal :

- endroit hors danger de chutes de pierre ou de neige ;
- endroit n'encombrant pas le passage des engins de service hivernal ;
- protection du pare-brise, des essuie-glaces et des portières.



Page laissée blanche intentionnellement

Le maître d'ouvrage

LE MAÎTRE D'OUVRAGE est la personne publique affectataire ou concessionnaire de l'ouvrage routier.

L'usage public de cet ouvrage routier impose à la collectivité de respecter des lois et règlements essentiellement tournés vers la protection de l'utilisateur de celui-ci.

Le maître d'ouvrage doit se préoccuper de trois dimensions distinctes :

1 \ L'impact sécuritaire, surtout sensible dans les conditions de circulation délicates (le facteur état de surface hivernale apparaît dans 1 à 2 % des accidents mortels); il doit à ce titre prendre un certain nombre de dispositions en matière de police de la circulation (restriction de voie, signalisation danger, etc.).

Rappelons qu'en agglomération, sur les routes nationales et départementales non classées routes à grande circulation, il y a disjonction dans l'exercice des pouvoirs de police de la circulation (protection de l'ensemble des utilisateurs) au bénéfice du maire, qui ne devient pas

pour autant gestionnaire des voies en question et n'exerce donc pas la police de la conservation (protection du domaine public routier).

2\ L'impact socio-économique des phénomènes hivernaux dans leur répercussion sur les conditions de circulation et l'état du trafic.

3\ La sauvegarde des biens et des personnes lors de l'aggravation de la situation qui conduit à la mise en œuvre d'opérations de sécurité civile.



A ce titre, le maître d'ouvrage :

- s'informe des besoins des usagers et de la collectivité puis les hiérarchise ;
- définit la politique de viabilité hivernale (y compris la prise en compte dans la politique routière générale) et le dimensionnement des moyens de service

hivernal correspondant ;

- affiche cette politique en début d'hiver par une communication au public et informe les usagers sur l'état des routes ;
- s'assure des résultats de sa politique ;
- adapte sa politique de viabilité hivernale à l'évolution des besoins et du contexte.

Page laissée blanche intentionnellement

Le maître d'œuvre

LE MAÎTRE D'ŒUVRE est un agent titulaire d'une mission de service public d'organisation et de gestion du service hivernal octroyée par un maître d'ouvrage.

La réalisation de cette mission impose au service chargé de la maîtrise d'œuvre, d'appliquer les règles de l'art, d'une part dans le respect des dispositions légales et réglementaires et d'autre part dans la mesure des objectifs fixés et des moyens alloués.

Le maître d'œuvre doit assurer, pour le compte de la maîtrise d'ouvrage, deux volets de la politique de viabilité hivernale :

1\ L'organisation du service hivernal dont le but est de répartir au mieux dans le temps et l'espace, les moyens fournis par le maître d'ouvrage pour assurer les objectifs assignés.

2\ La gestion du service hivernal dont le but est d'activer au bon moment les interventions et d'en assurer le suivi qui se concrétise dans l'état des routes.

Pour atteindre ces buts, le maître d'œuvre assure un certain nombre de missions :

· Organisation du service hivernal :

- initiation de la politique viabilité hivernale à partir de l'expérience acquise et de la maîtrise du domaine ;
- négociation et engagement sur les objectifs du maître d'ouvrage ;
- mise en place d'un dispositif de veille météorologique hivernale, de surveillance routière hivernale et de prise de décision d'intervention ;
- qualification des personnels et des moyens ;
- négociation et contractualisation avec les intervenants extérieurs ;
- rodage du dispositif d'intervention.

· Gestion du service hivernal :

- veille météorologique ;
- surveillance routière ;
- décision aux intervenants ;
- suivi des interventions du service hivernal ;
- bilan de l'hiver.

· Information aux usagers et gestion du trafic :

- mise en place de la signalisation ;
- surveillance routière ;
- états des routes pour alimen-



tation du dispositif d'information des usagers ;

- coordination avec les forces de police de la route ;

- décision de mesures de gestion du trafic et coordination avec les interventions de service hivernal.

· **Préparation des routes à l'hiver :**

- initiation de la prise en compte de la viabilité hivernale dans la conception, la réalisation, l'aménagement et l'entretien des routes ;

- préparation préhivernale des routes.

L'intervenant

L'INTERVENANT est une fonction principale du service hivernal assurée à l'échelle locale par un agent public ou privé (hors collaborateur occasionnel réalisant des interventions de service hivernal). Il agit sous l'autorité d'un responsable d'intervention pour le compte d'un maître d'œuvre.

Le responsable d'intervention est une fonction principale du service hivernal assurée à l'échelle locale par un agent public ou privé, destinée à appliquer la décision et à assurer le suivi et le compte rendu des interventions de service hivernal.

La mise en œuvre des moyens d'intervention hivernale, sur les voies ouvertes à la circulation afin d'atteindre les objectifs du service hivernal, impose à l'intervenant le respect de consignes d'exécution et de règles de sécurité.

L'intervenant doit se préoccuper de plusieurs aspects différents :

- le respect de l'ensemble des conditions de sécurité pour lui-même, les usagers, les riverains et le matériel ;
- la bonne atteinte des objectifs de l'intervention par la qualité du travail réalisé ;

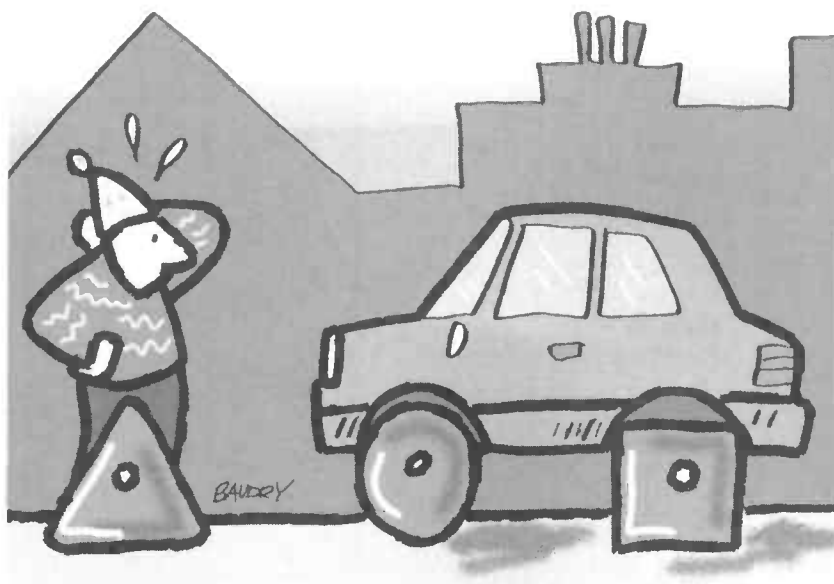
- l'économie des moyens à sa disposition (fondants, lame d'usure) ;
- la pérennité du dispositif opérationnel (état de fatigue des agents et matériel, casses).

A ce titre l'intervenant :

- assure la conduite de son engin de service hivernal dans un contexte souvent difficile (glissance des chaussées, importance du gabarit, importance du trafic, faible visibilité et difficulté de perception du tracé, réactions particulières du porteur équipé de certains outils, géométrie de la chaussée et des abords, etc.) ;
- veille au bon fonctionnement des outils mis en œuvre (débit et largeur d'épandage, pression et angle de raclage, etc.) et limite leurs effets particuliers (accessoires de la route, carrefours, entrées de riverains, passages supérieurs, etc.) ;
- tient compte des usagers (comportement sur la route et réactions devant les engins, usagers en difficulté, dégagement et remorquage éventuels, assistance à personne en danger, etc.) ;
- et anticipe ses propres limites physiologiques.



Page laissée blanche intentionnellement



L'utilisateur de la route

Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens à sa disposition**
- **critères de choix**

Page laissée blanche intentionnellement

visibilité

Viabilité hivernale/Usager de la route

Distance horizontale maximale à laquelle on distingue un objet.

Notes :

- 1\ La transmission de la lumière dans l'air est affectée par la présence de particules (gouttelettes, gouttes, fumée, flocons).
- 2\ On mesure la visibilité, soit par atténuation de la transmission directe (transmissomètres), soit par rétro-diffusion (diffusomètres).
- 3\ La visibilité est fluctuante en période diurne comme en période nocturne.

motricité

Viabilité hivernale/Usager de la route

Capacité d'avancement d'un véhicule à l'aide de la force motrice transmise par les roues motrices.

Notes :

- 1\ La motricité est largement influencée par l'équilibre général du véhicule.
- 2\ Sur glace, la motricité est améliorée par les pneus à crampons ; en neige profonde, par les chaînes.
- 3\ Cette capacité est bien assurée lorsque la vitesse de rotation des roues motrices et la vitesse de roulement sur la chaussée sont égales ; le cas contraire s'appelle le patinage.

maîtrise

Viabilité hivernale/Usager de la route

Ensemble des capacités nécessaires au déplacement d'un véhicule en toute sécurité.

Notes :

- 1\ La maîtrise d'un véhicule se décline en deux capacités : la **directivité** et la **freinabilité**.

directivité

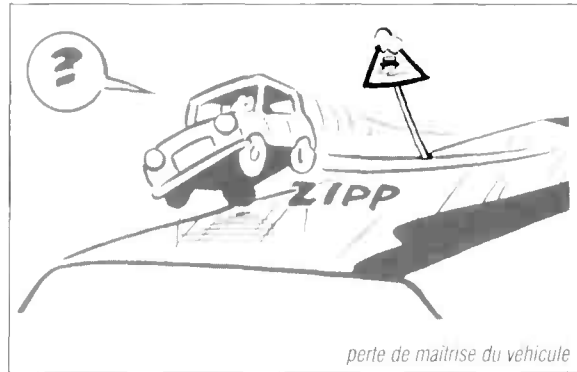
Capacité de transmettre l'ordre de virer imprimé au volant.

freinabilité

Capacité de transmettre l'ordre de ralentir imprimé à la pédale de frein.

- 2\ Ces fonctions sont bien assurées lorsque la vitesse de rotation des roues et la vitesse de déroulement de la chaussée sont proches l'une de l'autre.

- 3\ Le cas contraire s'appelle le dérapage ou le blocage. Sauf pour un conducteur capable de dérapage contrôlé, il y a **perte de maîtrise** du véhicule.



préparation au déplacement hivernal

Viabilité hivernale/Usager de la route

Ensemble de dispositions prises par l'utilisateur pour adapter son véhicule, son trajet et se préparer à affronter les dangers et les difficultés d'un déplacement en conditions hivernales.

Exemples de dispositions :

- recherche d'information météorologique ;
- recherche d'information sur l'état des routes ;
- choix d'itinéraire ;
- choix des horaires et estimation de la durée du trajet ;
- équipements hivernaux du véhicule ; accessoires à emporter (pelle pliable, vieux sacs en jute, boissons chaudes et gâteaux secs, vêtements chauds) ;
- respect de certaines consignes diffusées.



conduite hivernale

Viabilité hivernale/Usager de la route

Comportement de conduite du véhicule permettant d'anticiper et de maîtriser les conditions hivernales de circulation. Il comprend :

- un choix de l'équipement vestimentaire adapté (pas de manteau, chaussures légères, pas de gants) ;
- l'analyse des risques en cours de trajet ;
- respecter scrupuleusement la signalisation et les règles du code de la route ;
- les bonnes attitudes de conduite (tenue du volant, tenue en cap, maîtrise des trajectoires) ;
- vitesse adaptée aux conditions de circulation et aux équipements possédés ;
- les bonnes réactions en cas de dérapage ou de freinage d'urgence.

stationnement hivernal

Viabilité hivernale/Usager de la route

Dispositions de stationnement du véhicule facilitant son départ et ne perturbant pas l'exécution du service hivernal.

Exemples de dispositions :

- éviter les chutes de neige des toits des constructions riveraines ;

- pas de frein à main serré ;
- essuie-glaces décollés ;
- carton sur pare-brise ;
- en légère pente si possible ;
- bien dégager la chaussée pour faciliter le déneigement ;
- respecter les interdictions spécifiques liées au déneigement.

déneigement

Viabilité hivernale/Usager de la route

Ensemble des actions de service hivernal assurées par les pouvoirs publics afin de limiter ou de supprimer les effets de la neige sur les conditions de circulation.

déverglaçage

Viabilité hivernale/Usager de la route

Ensemble des actions de service hivernal assurées par les pouvoirs publics afin d'empêcher, de limiter ou de supprimer les effets du verglas sur les conditions de circulation.

- problématique
- **droits et devoirs**
- moyens à sa disposition
- critères de choix

Page laissée blanche intentionnellement

code de la route

Viabilité hivernale/Usager de la route

L'article R11.1 du code de la route, précise explicitement que l'usager doit se "prémunir des risques ordinaires de la circulation et rester constamment maître de sa vitesse et de régler cette dernière en fonction de l'état de la chaussée, des difficultés de circulation et des obstacles prévisibles". D'autre part l'usager a un devoir de respect de la signalisation de prescription et d'obligation.

Note :

Tout manquement à ces règles est une infraction qui peut être considérée par le juge comme une faute de la victime, en particulier si les indications visuelles pour l'usager étaient claires (présence de neige, signalisation appropriée, c'est-à-dire suffisante et adaptée, etc.).

faute de la victime

Viabilité hivernale/Usager de la route

Constat que le comportement de la victime (vitesse excessive, imprudence ou inattention, mauvais état ou surcharge du véhicule, non respect de la signalisation) a été au moins pour partie une cause dans l'accident.

Notes :

1) Cette faute peut limiter la responsabilité de l'administration ou même l'exonérer totalement alors même que l'accident est également dû à un défaut d'entretien normal.

2) Lorsque l'accident a entraîné des dommages corporels, un procès verbal de police ou de gendarmerie est dressé. Il faut s'efforcer de faire intégrer le maximum d'éléments dans ce document.

respect des engins de service hivernal

Viabilité hivernale/Usager de la route

Un décret du 18-11-1996 complète le code de la route (R 231.1). Il crée la catégorie des "engins de service hivernal", leur octroyant des dérogations en matière de circulation, de dimensions et de poids.

Un arrêté Équipement-Transport du 18-11-1996 ajoute les engins de service hivernal à la liste des "véhicules dont il faut faciliter la progression" (R 92.5B).

Les engins de service hivernal seront progressivement équipés de feux bleus à éclats.

Note :

Le gabarit et la position sur la chaussée dans le cadre de l'intervention réalisée obligent les usagers à se déporter le plus à droite possible, voire à s'arrêter pour faciliter la progression des engins de service hivernal.



le gabarit et la position de l'engin de service hivernal oblige l'usager à faciliter sa progression

Page laissée blanche intentionnellement

- problématique
- droits et devoirs
- **moyens à sa disposition**
- critères de choix

Page laissée blanche intentionnellement

conception des véhicules

Viabilité hivernale/Usager de la route

Dispositifs prévus d'origine sur certains véhicules automobiles pour faciliter leur motricité et leur maîtrise en conditions de circulation hivernales. On peut citer principalement :

- pour la motricité (automobiles à quatre roues motrices, essieu de poids lourd à moteur auxiliaire, antipatinage) ;
- pour la freinabilité (système ABS ou équivalent).

apprentissage de la conduite sur chaussée glissante

Viabilité hivernale/Usager de la route

Formation complémentaire aux titulaires du permis de conduire, assurée dans des centres spécialisés équipés de pistes glissantes naturelles ou artificielles (circuits de glace, pistes synthétiques arrosées).

préparation du véhicule à l'hiver

Viabilité hivernale/Usager de la route

Ensemble des dispositions particulières destinées à faciliter le fonctionnement mécanique et électrique du véhicule par grand froid et par conditions hivernales.

Exemples :

- 1\ A surveiller particulièrement :
 - l'état de la batterie ;
 - le circuit d'allumage ;
 - l'état des freins et des amortisseurs ;
 - le circuit de refroidissement (antigel) ;
 - le fonctionnement du chauffage et de la ventilation ;
 - les différents niveaux.
- 2\ Utiliser de préférence une huile possédant un indice de viscosité, 10W40.
- 3\ Protéger les joints en caoutchouc des portières, du coffre, avec une mince couche de glycérine et les barilletts des serrures avec du graphite en poudre.
- 4\ Remplir le bocal de lave-glace, avec un liquide "toutes saisons", et contrôler l'état des balais d'essuie-glaces.
- 5\ Contrôler le bon fonctionnement et le réglage des feux : codes, phares, clignotants, antibrouillards.

équipements hivernaux des véhicules

Viabilité hivernale/Usager de la route

Ensemble des équipements dont les véhicules peuvent être dotés au niveau des pneumatiques pour améliorer leur motricité et leur maîtrise.

Notes :

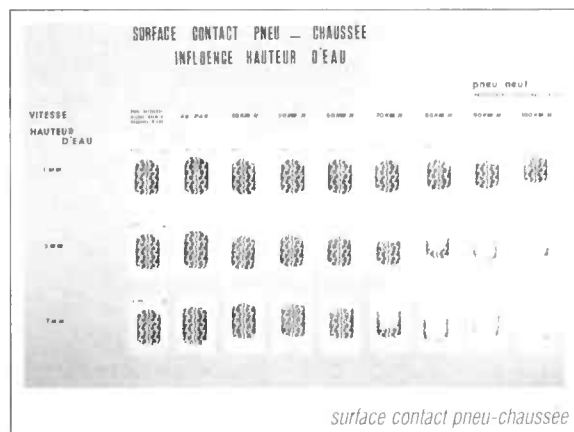
- 1\ Il faut différencier trois types d'équipements :
 - les permanents, à monter au début de l'hiver ;
 - les amovibles, à monter en fonction des conditions ;
 - les automatiques, embrayables et débrayables sans arrêt du véhicule.
- 2\ Sont exclus de cette définition, les dispositifs intégrés dans la chaîne cinématique du véhicule et destinés à limiter le glissement relatif pneu-surface routière (ABS, antipatinage, etc.) (voir conception des véhicules).

aire de contact des pneumatiques

Viabilité hivernale/Usager de la route

Surface enveloppe de l'ensemble des points d'un pneumatique qui sont en contact avec un élément extérieur posé sur la route (revêtement de la chaussée, couche de neige, film d'eau, etc.).

Le Plan d'Intervention Viabilité Hivernale - Prise en compte de nouvelles exigences de qualité - Formation permanente ENPC de novembre 1992.



pneumatiques hiver

Viabilité hivernale/Usager de la route

Équipements hivernaux permanents possédant des qualités particulières améliorant la motricité et la maîtrise sur verglas ou neige.

Notes :

- 1\ On emploie plus couramment le mot "pneu" qui est l'abréviation de "pneumatique".
- 2\ Il existe deux types de pneus hiver :
 - les pneus à crampons ;
 - les pneus neige.

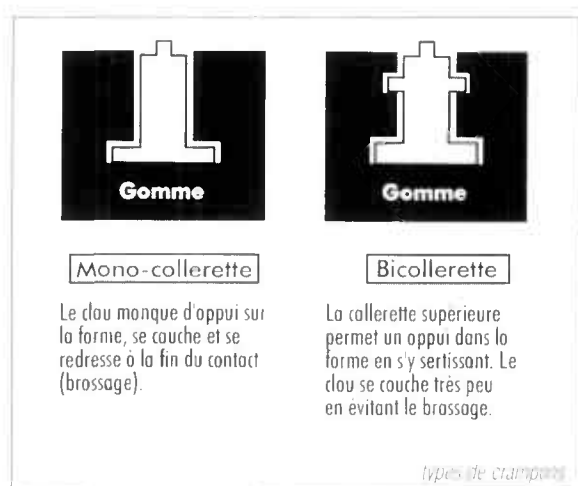
pneus à crampons

Viabilité hivernale/Usager de la route

Pneus hiver munis de crampons (improprement appelés clous) destinés à favoriser l'adhérence sur verglas et neige verglacée.

Notes :

- 1 L'arrêté du 18 juillet 1985 définit la physique de ces équipements et les contraintes d'utilisation.
- 2 Les contraintes réglementaires Françaises portent sur la période d'utilisation (du samedi précédant le 11 novembre au dernier dimanche de mars), la vitesse limitée à 90 km/h, les conditions de cramponnage (100 à 150 crampons pneu, mais absence sur le tiers central de la bande de roulement).
- 3 Les réglementations étrangères peuvent être différentes (interdiction en Allemagne, sur les autoroutes en Suisse).
- 4 Les crampons actuels sont de type bicollerettes et se révèlent moins agressifs pour les revêtements et plus durables en efficacité.
- 5 Recommandations :
 - . conduire avec prudence sur revêtement sec ou mouillé (les pneus à crampons sont moins performants que les pneus sans crampons) ;
 - . monter les quatre roues de manière identique ;
 - . roder les pneus sur quelques centaines de kilomètres ;
 - . conserver le même sens de roulage et la même position sur le véhicule d'un hiver sur l'autre.



pneus neige

Viabilité hivernale/Usager de la route

Pneus hiver conçus pour offrir des performances supérieures aux autres pneumatiques du type routier, dans la boue et dans la neige.

Notes :

- 1 L'utilisation de ces pneus n'est liée à aucune contrainte réglementaire de vitesse ou de période d'utilisation, tant en France qu'à l'étranger.
- 2 Le dessin de la bande de roulement des pneumatiques neige est généralement caractérisé par des éléments de rainure et/ou de pavés

Moyens à sa disposition

massifs, plus espacés les uns des autres que ceux des pneumatiques du type routier.

3 Les pneus généralement conçus pour neige et verglas portent la dénomination "M+S" (Mud + Snow) (dénomination du ressort du manufacturier et, dans une moindre mesure, du pays homologateur). La mobilité des pavés est complétée par la lamellisation, c'est-à-dire l'introduction de mini-entailles (droites ou inclinées) dans la bande de roulement. La gomme est conçue de façon à ce que l'adhérence demeure convenable aux températures basses et au voisinage de zéro degré (thermogomme).

4 Il existe deux indices principaux de vitesse de pneus neige : Q pour 160 km/h (suffisant pour des véhicules atteignant des vitesses supérieures moyennant l'indication de vitesse apposée à l'intérieur du véhicule), T pour 190 km/h.

5 Recommandations :

- . monter les quatre roues de manière identique ;
- . roder les pneus sur quelques centaines de kilomètres pour enlever la couche de silicone permettant le demoulage ;
- . conserver le même sens de roulage et la même position d'un hiver sur l'autre ;
- . ne pas les utiliser en dehors de la période hivernale.

Le Plan d'Intervention Viabilité Hivernale. Prise en compte de nouvelles exigences de qualité. Formation permanente FNPC. Novembre 1992



chaînes à neige

Viabilité hivernale/Usager de la route

Équipements hivernaux amovibles montés manuellement autour des pneumatiques.

Notes :

- 1 Les chaînes sont les équipements obligatoires dont les usagers doivent être munis pour circuler sur les sections de routes délimitées par le panneau B26 "chaînes à neige obligatoires" fin de section B44.
- 2 Les chaînes à neige pour la circulation routière des véhicules doivent répondre aux

prescriptions contenues dans l'arrêté du 18 juillet 1985.

3) Sur un plan réglementaire leur utilisation est interdite sur route sèche et il est recommandé de rouler lentement.


4) Il n'est pas nécessaire d'équiper les quatre roues, compte tenu de la vitesse d'utilisation.

5) Actuellement les chaînes se répartissent en deux grandes catégories :

- à échelles :
- à croisillons (avec ou sans crampons).

6) Il existe des systèmes à montage rapide (sans déplacement du véhicule) largement préférable au montage classique.

7) Il existe d'autres dispositifs (snow grip ou araignée) qui ne sont que des moyens de secours pour se sortir d'un mauvais pas et qui ne peuvent pas être utilisés pour circuler sur une section de route délimitée par un panneau "chaînes à neige obligatoires".

 Le Plan d'Intervention Viabilité Hivernale. Prise en compte de nouvelles exigences de qualité. Formation permanente ENPC. Novembre 1992.



chaîne à neige à croisillons


chaînes automatiques

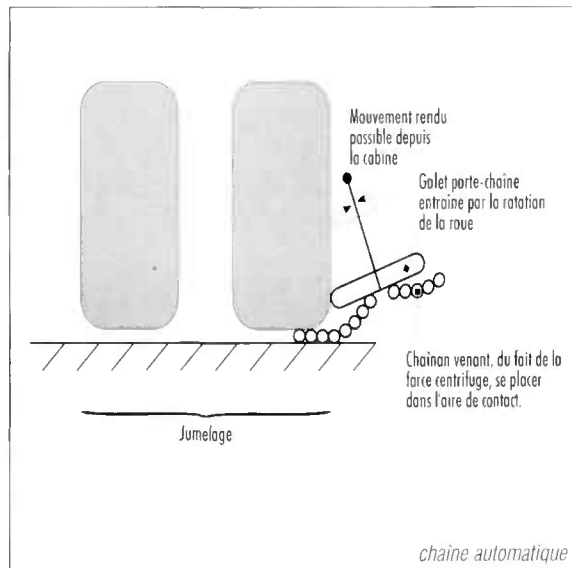
Viabilité hivernale/Usager de la route

Équipements hivernaux automatiques utilisés sur poids lourds, embrayables et débrayables depuis la cabine, assurant la circulation d'un tapis de chaînons sur l'aire de contact entre le pneu et la surface routière.

Note :

Elles se composent d'un galet sur lequel sont fixés des chaînons. Ce dispositif peut se mettre en place depuis la cabine en appuyant sur un bouton qui, par l'intermédiaire d'un vérin pneumatique, presse le galet porte-chaînes contre le flanc du pneu du camion. Le galet est entraîné en rotation par la roue du véhicule et, sous l'effet de la force centrifuge, les chaînons viennent s'interposer entre la surface routière et l'aire de contact du pneu.

 Le Plan d'Intervention Viabilité Hivernale. Prise en compte de nouvelles exigences de qualité. Formation permanente ENPC. Novembre 1992.



chaîne automatique

Page laissée blanche intentionnellement

- problématique
- droits et devoirs
- moyens à sa disposition
- **critères de choix**

Page laissée blanche intentionnellement

conditions hivernales de circulation

Viabilité hivernale/Usager de la route

États simplifiés de surface de la chaussée traduisant pour le grand public les dangers et les difficultés à circuler sur les routes hivernales.

Notes :

- 1 Ces conditions de circulation s'entendent pour un trafic fluide.
- 2 Quatre conditions de circulation sont identifiées :

- la condition "normale" (C1) permet une circulation sans difficulté hivernale particulière (absence de pièges hivernaux) :



- la condition "délicate" (C2) indique la présence de risques peu perceptibles et souvent localisés : elle nécessite donc une adaptation volontaire du comportement du conducteur :

- la condition "difficile" (C3) traduit l'existence de dangers évidents généralement étendus : les répercussions sur la circulation sont telles que les risques de blocage sont importants :



- la condition "impossible" (C4) correspond à une paralysie quasi complète de la circulation.

12 Viabilité hivernale - Définition des objectifs de qualité - Guide méthodologique de juillet 1992 édité par le SETRA - Référence E 9227.

13 La viabilité hivernale de A à Z - Service de l'Information et de la Communication : Direction des routes - Edition décembre 1996.

état du trafic

Viabilité hivernale/Usager de la route

Caractéristique du trafic exprimée par un qualitatif

décrivant les conditions d'écoulement des flux de circulation.

Notes :

- 1 Quatre états de trafic sont utilisés par les centres d'information routière : fluide (T1), dense (T2), saturé (T3), bloqué (T4).
 - 2 L'état du trafic a des répercussions importantes sur les activités socio-économiques.
 - 3 Les conditions de circulation ont des répercussions importantes sur l'état du trafic.
- 14 503 mots de l'exploitation de la route - Glossaire édité en décembre 1996 par le SETRA (E9675).

carte des niveaux de service

Viabilité hivernale/Usager de la route

Carte indiquant sur un territoire donné le niveau de service hivernal recherché sur les différentes routes.

Notes :

- 1 Cette carte est établie par le maître d'œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage.
- 2 Elle est diffusée dans le cadre d'une campagne de communication pré-hivernale.

état des routes

Viabilité hivernale/Usager de la route

Information sur les conditions hivernales de circulation et sur l'état de trafic d'un réseau routier.

Notes :

- 1 Les Centres d'Information Routière (CNIR et sept CRICR) sont des organismes triministériels (Gendarmerie, Police, Équipement) chargés de collecter, traiter et diffuser l'information sur l'état des routes. Cette diffusion est téléphonique ou télématique (Audiotel 08 36 68 20 00 et Minitel 3615 Route).
- 2 Des moyens locaux d'informations sur l'état des routes sont gérés directement par les sociétés d'autoroutes ou les DDE (radio FM 107.7, radios locales, répondeurs téléphoniques, serveurs télématiques locaux).

panneaux de signalisation

Viabilité hivernale/Usager de la route

Moyen direct, statique ou dynamique, implanté le long des itinéraires, de prescription, d'obligation ou de simple information à l'usager de la route.

Notes :

- 1 La signalisation de prescription : chaussée glissante, verglas, risque de verglas ou verglas fréquent.
- 2 La signalisation d'obligation : "chaînes à neige obligatoires", pneus neige admis et fin (B26 et B44).

3) Les panneaux amovibles indiquant l'état des cols ou du trafic (traficolor).

4) Les panneaux à message variable (PMV) offrant une gamme de messages plus ou moins étendue sur les phénomènes, les conditions de circulation et des conseils.

5) Les détecteurs routiers d'avalanches (DRA) qui interrompent la circulation (feux rouges) lors de la détection en altitude d'une avalanche en cours.

température extérieure

Viabilité hivernale/Usager de la route

Indication par un thermomètre sur le véhicule ou implanté au bord de la route, de la température ambiante.

Notes :

1) Cette indication peut être différente de la température de l'air au sens de la météo.



Unités de signalisation hivernale

2) Cette indication sera souvent différente de la température de surface de la chaussée seule valide pour estimer les risques de verglas (une marge de 2 °C à 3 °C par temps clair la nuit est nécessaire).



Le maître d'ouvrage

Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**
- **critères de dimensionnement**

Page laissée blanche intentionnellement

sécurité civile*Viabilité hivernale/Maître d'ouvrage*

Ensemble des opérations mises en œuvre sous l'autorité du maire, du Préfet ou du Ministre de l'Intérieur, pour assurer la sauvegarde des personnes et des biens.

Note :

En période d'intervention, les routes peuvent ne plus assurer leurs fonctions vitales d'acheminement des secours et d'assistance. Dans ce cas, les priorités d'action ne sont pas de nature politique ou économique, mais peuvent être redéfinies par les responsables de la sécurité civile.

personne morale de droit public*Viabilité hivernale/Maître d'ouvrage*

Organisme effectuant ou faisant effectuer un travail public dans un but d'intérêt général.

Notes :

1\ L'État, les régions, les départements, les communes, les groupements de collectivités locales (dans la limite de leurs attributions) et les établissements publics (ex : établissements publics d'aménagement des villes nouvelles, ports autonomes, etc.) sont des personnes publiques et donc des maîtres d'ouvrage publics. A cette liste, il convient d'ajouter la collectivité territoriale de Corse.

2\ Un concessionnaire a la qualité de maître d'ouvrage pendant la durée de la concession. Il est responsable, sauf faute lourde du concédant, dans la limite des obligations mises à sa charge par l'acte de concession, le concédant n'étant responsable à titre subsidiaire qu'en cas d'insolvabilité du concessionnaire.

Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**
- **critères de dimensionnement**

Page laissée blanche intentionnellement

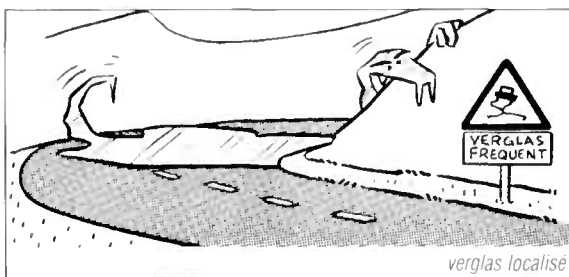
défaut d'entretien normal

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Principe jurisprudentiel de mise en cause de la responsabilité de l'administration, dans le domaine des dommages de travaux publics, pour une situation anormalement dangereuse liée à l'état de la chaussée et de ses abords.

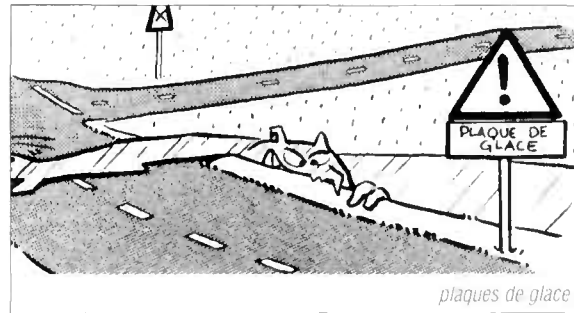
Notes :

- 1) Le défaut d'entretien normal s'apprécie par le bon sens et la répétition des accidents qu'il cause, mais aussi au regard de la jurisprudence et de la réglementation en vigueur.
- 2) Le tribunal se place du point de vue de l'usager mais tient compte des moyens d'action du service (qui a la charge de la preuve des mesures prises pour remédier au danger) ainsi que de l'origine et de l'étendue du phénomène.
- 3) La présence sur la chaussée de plaques de verglas ne constitue pas en elle-même un défaut d'entretien normal de nature à engager systématiquement la responsabilité administrative. Le risque de dérapage causé par du verglas est également l'un de ceux contre lesquels les usagers doivent se prémunir en prenant toutes les précautions utiles.
- 4) Le verglas généralisé d'origine atmosphérique est considéré généralement par la jurisprudence comme "un risque ordinaire contre lequel les usagers doivent se prémunir" ; même l'absence de salage ou de signalisation ne peut engager la responsabilité de l'administration. Toutefois sur autoroute, "l'absence de signalisation sera appréciée plus sévèrement ... comme un défaut d'entretien normal".
- 5) Le verglas localisé atmosphérique apparaissant sur un point singulier est considéré par la jurisprudence comme un défaut d'entretien susceptible d'engager la responsabilité publique dès lors qu'il n'est pas démontré que le traitement a été effectué ou le risque de verglas signalé.



6) Les plaques de glace sont formées par la congélation d'eau qui s'est écoulée sur la chaussée à partir d'un ouvrage public ou privé défectueux. La responsabilité de l'administration est engagée si elle a connaissance de l'écoulement et tant qu'il n'y a pas traitement ou pose

d'une signalisation spécifique. Un recours auprès du propriétaire de l'ouvrage responsable de l'écoulement est possible.



7) La neige est un phénomène très visible et les juges se montrent sévères à l'égard des usagers qui n'ont pas adapté leur vitesse en fonction de l'existence d'un obstacle naturel parfaitement visible.

charge de la preuve

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Principe jurisprudentiel qui demande au gestionnaire de la voie la preuve de son entretien normal, eu égard à son importance et aux moyens mis à disposition par le maître d'ouvrage.

Notes :

- 1) Cette obligation est du seul ressort du gestionnaire, le plaignant n'ayant qu'à apporter la preuve du lien de cause (défaut d'entretien normal supposé) à effet (le préjudice subi).
 - 2) Cette obligation suppose des preuves incontestables.
- En particulier la tenue d'une main courante à feuilles attachées numérotées et paraphées par un responsable, sur laquelle sont notées toutes les informations permettant de justifier telle ou telle décision ou telle ou telle action, est absolument nécessaire.

force majeure

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Principe jurisprudentiel qui exonère la responsabilité de l'administration pour des dommages dus à un événement qui lui est extérieur, imprévisible dans sa survenance et irrésistible dans ses effets.

Note :

Cette exonération est rarement admise ; même les avalanches ne sont pas considérées comme cas de force majeure.

responsabilité d'un tiers

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Mise en cause d'une tierce personne pour participation à la production du dommage

pouvant atténuer la responsabilité de l'administration par un partage de responsabilité.

Note :

La procédure à engager à l'encontre du tiers est alors :

- ou bien un appel en garantie devant le tribunal administratif saisi par la victime de l'action en indemnité dans le cas d'une personne publique, d'un entrepreneur, ou d'une personne liée par contrat de droit public à l'administration ;
- ou bien une action récursoire séparée, engagée après règlement de l'indemnité due à la victime, devant les tribunaux judiciaires contre un tiers responsable, personne privée.

obligation légale de service hivernal

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Cette obligation n'a jamais été définie par un texte législatif.

responsabilité en traverse d'agglomération

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

En traverse d'agglomération, un dommage subi du fait de la présence de verglas sur la chaussée peut donner lieu à deux types de responsabilités :

- celle du gestionnaire de la voie, pour défaut d'entretien normal ;
- celle de la commune pour faute dans l'exercice de ses pouvoirs de police.

Notes :

1. En matière de défaut d'entretien normal, la responsabilité est présumée dès lors que matérialité du dommage et lien de causalité avec le défaut sont établis.
2. En matière de faute lourde dans l'exercice de ses pouvoirs de police, la victime doit apporter la preuve effective de cette faute.
3. Le service hivernal peut être assuré en traverse par le gestionnaire de la voie dans le cadre de convention inopposable aux tiers.

arrêté municipal de déneigement des trottoirs

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Arrêté pris par un certain nombre de communes pour faire assurer le service hivernal des trottoirs par les riverains.

Note :

Cet arrêté ne soustrait pas le maire :

- à la continuité de service public ;
- à ses responsabilités légales (code des collectivités territoriales) : la responsabilité du maire est une responsabilité dite pour faute (soit le maire n'a pas agi, soit il n'a pas agi comme il aurait dû agir).

devoir de signalisation

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Obligation faite au gestionnaire d'une voie de signaler un danger connu et reconnu.

Exemple :

Point singulier à verglas localisé atmosphérique signalé par un panneau A4 avec panonceau "verglas fréquent".

Notes :

1. Pour une signalisation sur un événement fortuit, le juge apprécie la diligence d'installation de cette signalisation à l'importance de la voie.
2. Le verglas généralisé et la neige ne font pas l'objet de ce devoir.



- problématique
- droits et devoirs
- **moyens d'action**
- critères de dimensionnement

Page laissée blanche intentionnellement

- **moyens d'action :**
 - . **aménagement pour lutter contre les phénomènes**
 - . aménagement pour les usagers
 - . politique de la viabilité hivernale

Page laissée blanche intentionnellement


limitation de la formation du verglas

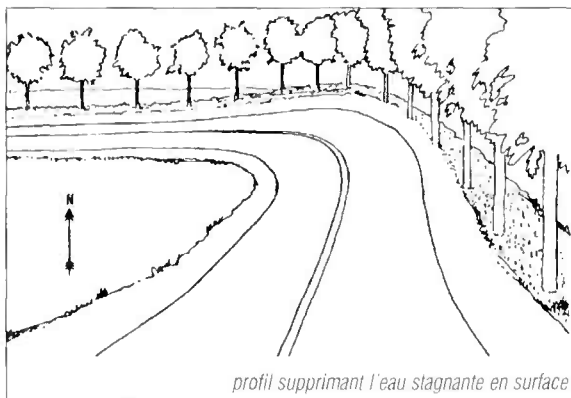
Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Disposition prise à la conception, la construction, à l'entretien des chaussées ou des dépendances qui contribue à limiter la présence d'eau ou le refroidissement de la surface routière.

Notes :

- 1\ Exemples de disposition de conception :
 - choix d'une exposition nord-sud le plus possible et au sud des grands obstacles naturels ;
 - choix d'un tracé à l'extérieur des zones boisées ;
 - choix d'une structure au comportement thermique favorable.
- 2\ Exemples de disposition de construction :
 - élargissement de la tranchée dans les zones boisées ;
 - suppression de la stagnation d'air froid sur la surface en favorisant son écoulement vers un bas-fond.
- 3\ Exemples de disposition d'entretien des chaussées :
 - choix de revêtements fermés très macro-rugueux ;
 - suppression d'eau stagnante à la surface ;
 - suppression des arrivées d'eau intempêtes ;
 - dispositions facilitant le raclage des bouelets afin de limiter les coulures.
- 4\ Exemples de disposition d'entretien courant :
 - élagage des arbres surplombant la route ;
 - suppression de végétation formant des zones d'ombre sur le revêtement ;
 - saignées.

 *Verglas Mode d'Emploi ! Guide pédagogique de septembre 1989 édité par le SETRA - Référence E 8945.*




protection contre les congères

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Disposition prise à la conception, la construction et l'entretien pour limiter les zones de dépôt de neige en continuité des zones d'ablation.

Notes :

- 1\ Exemples de disposition de conception :
 - limitation des zones d'ablation au niveau du tracé ou en surplomb léger ;
 - choix du tracé en fonction des vents dominants et des zones connues de congères ;
 - profil en travers particulier, profil des piles d'ouvrage.
- 2\ Exemples de disposition de construction ou d'amélioration :
 - suppression des obstacles en bordures de chaussée ;
 - balisage renforcé de l'itinéraire ;
 - profil des glissières de sécurité.
- 3\ Exemples de disposition d'entretien des chaussées :
 - amélioration du profil en travers ;
 - élargissement des accotements.
- 4\ Exemples de disposition d'entretien des dépendances :
 - dérasement des accotements ;
 - balisage des obstacles en bordures de chaussée ;
 - plantations en bord de zone d'ablation suivant des règles particulières ;
 - barrières à neige ;
 - dérasement de buttes latérales.

 *Viabilité hivernale : protection contre les congères - Recommandation de septembre 1984 éditée par le SETRA - Référence D 8406.*



équipement paravalanche

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Élément de défense permanente implanté dans une zone à risque d'avalanche.

Notes :

On distingue :

1 Les éléments de défense active implantés dans les zones de départ des avalanches :

- travaux modifiant la surface du sol (remodelage, forêt, banquettes étroites) ;
- ouvrages modifiant le dépôt de la neige (barrières à vent, panneaux virevent, toits-buse, pupitres) ;
- ouvrages retenant la neige : rigides (claires, râteliers), souples (filets).

2 Les éléments de défense passive implantés sur la trajectoire des avalanches :

- ouvrages de déviation (galerie, tourne, étrave, etc.) ;

- ouvrages de freinage (coins freineurs, tas freineurs) ;

- ouvrages d'arrêt (mur).

Neige et avalanches - Connaissances de base édité par le CFMAGREF en juin 1983



- **moyens d'action :**
 - . aménagement pour lutter contre les phénomènes
 - . **aménagement pour les usagers**
 - . politique de la viabilité hivernale

Page laissée blanche intentionnellement

disposition facilitant le trafic hivernal

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Disposition prise à la conception, à la construction ou à l'aménagement des routes, pour faciliter l'écoulement du trafic en condition hivernale de circulation.

Exemples :

- limitation du pourcentage de rampes ;
- surlargeurs suffisantes ;
- limitation de pente des dévers ;
- mise en place d'une voie spéciale poids lourds dans les rampes ;
- réalisation de refuges et d'aires de chaînage.

aire de chaînage

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Espace signalé de stationnement particulier, destiné à accueillir les véhicules devant être chaînés ou déchaînés.

Notes :

- 1\ Le dimensionnement de ces aires doit tenir compte du type et du nombre de véhicules.
- 2\ L'implantation de ces aires dépend souvent de considérations topographiques. L'altitude peut être un facteur intéressant dans la mesure où les situations météorologiques types apportent la neige à des altitudes facilement repérables.

balisage

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Dispositif de jalonnement de la route destiné à matérialiser le tracé de la route.

Notes :

- 1\ Les délinéateurs constituent le dispositif le plus classique. Ils sont par contre souvent une gêne au déneigement.
- 2\ Dans les zones de fort enneigement (E3) les délinéateurs ne sont pas opérants ; ils sont généralement remplacés par des dispositifs plus élevés et plus colorés. Aucune disposition réglementaire n'existe pour ces dispositifs.



dispositif de jalonnement

implantation de la signalisation verglas

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Action qui consiste à identifier un danger de verglas particulier, en le qualifiant et en le localisant, et à placer au bord de la chaussée la signalisation correspondante.

Notes :

- 1\ La signalisation A4 verglas fréquent ne doit être implantée qu'en un point singulier.
- 2\ Le choix et la mention de la signalisation temporaire AK4 (verglas ou risque de verglas) et AK14 (plaques de glace) sont fonction du type de phénomène à signaler.



affichage de la température de surface

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Implantation d'un moyen de signalisation particulier informant les usagers de la température de surface de la chaussée.

Note :

Dispositif expérimental destiné à tester ce moyen de sensibilisation de l'utilisateur à la problématique verglas.

implantation de la signalisation chaînes à neige obligatoires

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Action qui consiste à positionner des panneaux B26 et B44 aux extrémités d'une section d'itinéraire soumise à l'utilisation d'équipements hivernaux des véhicules réglementée.

Note :

Ces panneaux doivent se trouver juste avant des aires de chaînage.



panneau B26

Moyens d'action

Page laissée blanche intentionnellement

- moyens d'action :**
 - . aménagement pour lutter contre les phénomènes
 - . aménagement pour les usagers
 - . politique de la viabilité hivernale

Page laissée blanche intentionnellement


service hivernal

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Ensemble des actions assurées par les services d'exploitation, directement sur les routes, afin d'empêcher, de retarder, de limiter ou de supprimer les effets des phénomènes hivernaux sur les conditions de circulation.

Notes :

- 1\ Empêcher les effets des phénomènes hivernaux permet de maintenir la condition de référence.
- 2\ Limiter les effets des phénomènes hivernaux consiste à maintenir la condition minimale.
- 3\ Supprimer les effets des phénomènes hivernaux permet de revenir à la condition de référence.

 Aide à l'élaboration des DOVH - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR/DSCR du 29-12-1994.

période hivernale

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Espace de temps fixé par le maître d'ouvrage dans le DOVH, durant lequel le service hivernal doit atteindre ces objectifs.

niveau de service

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Objectif visé du service hivernal pour une route donnée pendant la période hivernale.

Notes :

- 1\ Un niveau de service est affecté à un itinéraire en fonction de son importance socio-économique.
- 2\ La notation des niveaux va de 1 (le plus élevé) à n (le moins élevé).
Il est conseillé de ne pas dépasser $n = 4$ ($n = 3$ étant l'optimum pour la compréhension par le public).
- 3\ Un code couleur est retenu pour harmoniser les cartes diffusées au public :
 $n1 =$ rouge, $n2 =$ bleu, $n3 =$ vert, $n4 =$ jaune.
- 4\ Un niveau de service se construit sur les **conditions hivernales de circulation**. Il se définit comme le triplet : "condition minimale, condition de référence, durée de retour", décliné selon les horaires (jour, nuit) et le type de phénomène.
- 5\ **Condition minimale** : durant un phénomène hivernal significatif, les conditions de circulation ne peuvent que se dégrader même en mettant d'importants moyens ; pendant une chute de neige un tant soit peu sérieuse, la

condition C1 ne peut pas être maintenue ; le service hivernal vise à maintenir une condition minimale de circulation (C2, C3 ou C4 suivant l'objectif de qualité recherché).

6\ **Condition de référence** : durant la période hivernale la route est maintenue dans un état de viabilité donné compatible avec les réalités climatiques et avec les attentes des usagers sur un réseau donné. Cette condition de référence sur l'ensemble de la période hivernale pourra être fort différente :

- dans une zone clémente : condition de référence C1 sur pratiquement tout le réseau ;
- sur un plateau continental où une route secondaire peut rester longtemps en condition C2 voire C3 ;



condition de circulation C2

- dans une zone à climat très rigoureux où certaines routes peuvent avoir une condition hivernale de référence C4 (route fermée en période hivernale).



condition de circulation C4

7\ **Durée de retour** : à la fin du phénomène, les interventions du service ont pour but de rétablir, dans les délais appropriés, la condition de référence. La **durée de retour à la condition de référence** traduit en fait la durée maximale théorique de la perturbation induite par le phénomène hivernal sur le trafic routier au-delà de

sa manifestation propre ; en ce sens il s'agit d'un indicateur de qualité essentiel. Cette durée de retour sera calculée de manière différente selon le phénomène :

- pour le **verglas sans précipitation**, elle sera comptée à partir de la prise de connaissance du phénomène verglas ;
- pour la **neige** et les **précipitations verglaçantes**, elle partira de la **fin de la précipitation** ou de la fin du phénomène de formation de congères.

22 *Viabilité hivernale - Définition des objectifs de qualité - Guide méthodologique de juillet 1992 édité par le SETRA - Référence E 9227*

23 *Aide à l'élaboration des DOVH - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR - DSCR du 29-12-1994.*

DOVH (document d'organisation de la viabilité hivernale)

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

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 sur le réseau ou le territoire concerné, les objectifs généraux du service hivernal et l'essentiel de son organisation.

Notes :

- 1 Ce document synthétique doit viser une large diffusion (maîtres d'ouvrages, partenaires administratifs, médias, représentants d'usagers, etc.).
- 2 Les éléments nécessaires à l'application de cette organisation sont décrits dans des documents internes au maître d'œuvre et personnalisés par service : les P.E.V.H. (plan d'exploitation de la viabilité hivernale).

23 *Aide à l'élaboration des DOVH - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR - DSCR du 29-12-1994.*

communication au public

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Ensemble des actions destinées à sensibiliser le public sur les particularités de la circulation hivernale, les moyens de lutte directement utilisables par les usagers, les objectifs et les limites du service hivernal.

Note :

- 1 Une campagne de communication (presse écrite, médias divers) en début d'hiver permet de resensibiliser les usagers de la route.
- 2 La carte des niveaux de service diffusée largement en début de période hivernale, permet de toucher un large public.
- 3 Les principaux éléments de la communication portent sur :
 - les véhicules (équipements hivernaux, autres accessoires, entretien et préparation, etc.) ;
 - la connaissance du réseau (reperage des points sensibles, niveau de service, etc.) ;
 - la connaissance du service hivernal (limites du service hivernal, circulation des engins, etc.) ;
 - les sources d'information sur les conditions météorologiques et de circulation.
- 4 En outre, de bonnes relations avec les journalistes en cours d'événements permettent de faire passer de nombreux messages.

information des usagers

Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage

Ensemble des actions destinées à fournir aux usagers de la route des informations leur permettant de se préparer et de combattre efficacement les conséquences routières des phénomènes hivernaux.

Notes :

- 1 Les médias d'information sont très divers. Leur performance dépend de la nature des informations, de l'heure de diffusion et de l'endroit où les usagers peuvent être touchés.
- 2 Les informations doivent favoriser la prise de conscience de la réalité des problèmes, et viser une responsabilisation effective des usagers.
- 3 Les informations fournies avant le départ doivent favoriser la compréhension des risques et les comportements propres à en limiter les conséquences (prévision météorologique et routière, équipements, itinéraire, ce qu'il faut emporter).
- 4 Les informations fournies pendant le trajet doivent se limiter aux conseils de conduite (adaptation, équipements amovibles, respects des prescriptions et conseils, etc.).

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**
- **critères de dimensionnement**

Page laissée blanche intentionnellement

rigueur hivernale*Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage*

Indicateur de difficultés d'exploitation hivernale, construit entièrement autour de constats pratiques sur le réseau routier.

Notes :

- 1) Le calcul de cet indicateur tient compte :
- du nombre de jours moyen annuel au cours desquels est constatée une chute de neige suffisante pour blanchir une chaussée non traitée aux fondants (J1) ;
 - du nombre de jours moyen annuel au cours desquels est constatée l'apparition de verglas sous précipitations (J2) ;
 - du nombre de jours moyen annuel au cours desquels est constatée l'apparition de verglas hors précipitations (J3) en dehors des points singuliers.

2) Cinq classes de rigueur hivernale sont définies :

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| $J1+J2+J3 < 10$ | H1 = hiver clément |
| $10 < J1+J2+J3 < 30$ | H2 = hiver peu rigoureux |
| $30 < J1+J2+J3 < 50$ | H3 = hiver assez rigoureux |
| $50 < J1+J2+J3 < 90$ | H4 = hiver rigoureux |
| $90 < J1+J2+J3$ | H5 = hiver extrêmement rigoureux |

3) Les zones H5 couvrent des secteurs locaux très limités.

4) Ces valeurs sont demandées tous les ans aux DDE dans le cadre du suivi de gestion.

4.3 Aide à l'élaboration des DOVH - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR/DSCR du 29-12-1994.

suivi du maître d'œuvre*Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage*

Actions et moyens par lesquels le maître d'ouvrage s'assure de la bonne atteinte des niveaux de service décrits dans le DOVH et se fait remettre le bilan financier du service hivernal.

Note :

L'État assure ce suivi grâce à une banque de données, SICER (système informatique de contractualisation de l'entretien routier) mise à jour chaque année par les DDE.

expression de la demande sociale*Viabilité hivernale/Maitre d'ouvrage*

Moyens mis en œuvre par le maître d'ouvrage pour connaître les attentes des usagers et des utilisateurs de la route en matière de sécurité et de traficabilité.

Exemple :

Enquêtes, panels d'usagers, émissions publiques, tribunes médias, etc.

Page laissée blanche intentionnellement



Le maître d'œuvre

Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**
- **critères de dimensionnement
et de décision**

Page laissée blanche intentionnellement

veille météorologique hivernale

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Action d'analyse des bulletins de prévisions et de suivi météorologique, mise en œuvre systématiquement pendant toute la période hivernale, destinée à anticiper et suivre les périodes à risque.



préparation d'intervention hivernale

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Action mise en œuvre avant la période normale d'intervention, destinée à rendre opérationnel au moment opportun l'ensemble des moyens nécessaires à une intervention.

surveillance routière hivernale

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Ensemble des dispositions mises en œuvre durant les périodes à risque, destinées à acquérir en temps réel les informations sur les paramètres et les phénomènes routiers, les états du trafic et les conditions de circulation.



Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**
- **critères de dimensionnement
et de décision**

Page laissée blanche intentionnellement

compétence technique

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Savoir et savoir-faire dont doit disposer le maître d'œuvre afin d'assurer au mieux les missions confiées par le maître d'ouvrage.

application des directives et circulaires

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

L'application par le maître d'œuvre des directives et circulaires de son maître d'ouvrage ne signifie pas nécessairement exclusion de responsabilité.

Notes :

- 1\ Le juge pourra considérer comme élément de preuve de l'entretien normal le respect de ces textes, comme il pourra estimer que, même appliqués, l'intervention n'était pas suffisante.
- 2\ Le juge pénal ne se contente pas toujours du strict respect des modalités d'organisation du service s'il les juge non pertinentes ou inefficaces dans un cas donné. En toute hypothèse et notamment en matière pénale, le non-respect des circulaires et instructions est considéré comme constituant une faute. Une circulaire est en effet assimilée à un règlement pour l'application des dispositions des articles du code pénal.

Page laissée blanche intentionnellement

- problématique
- droits et devoirs
- **moyens d'action**
- critères de dimensionnement
et de décision

Page laissée blanche intentionnellement

- **moyens d'action :**
 - . **aménagement pour faciliter le service hivernal**
 - . organisation du service hivernal
 - . moyens de liaison interne
 - . moyens d'aide à la décision
 - . moyens de suivi du maître d'œuvre
 - . moyens de gestion du trafic

Page laissée blanche intentionnellement

disposition facilitant le déneigement

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Disposition prise à la conception, la construction et l'entretien pour faciliter le raclage et l'évacuation de la neige en dehors de la chaussée.

Exemples :

- 1) Lors de la conception :
 - mise en place de bande d'arrêt d'urgence ou de surlargeur revêtue.
- 2) Lors de la construction ou d'amélioration :
 - choix de revêtements fermés ;
 - suppression des obstacles en bordures de chaussée ;
 - balisage renforcé de l'itinéraire ;
 - suppression des obstacles durs en carrefour aménagé ;
 - limitation des équipements de guidage faisant obstacle au raclage (balisage, plot, etc.).
- 3) Lors de l'entretien des chaussées :
 - amélioration du profil en travers ;
 - élargissement des accotements.
- 4) Lors de l'entretien des dépendances :
 - dérasement des accotements ;
 - repérage des obstacles latéraux ;
 - enlèvement des délinéateurs en hiver.

piquet à neige

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Dispositif de repérage des obstacles au raclage ou à l'évacuation implanté en bordure ou en aménagement central de chaussée.

Note :

La flexibilité de ces dispositifs est un gage de leur efficacité et de leur durée.

Page laissée blanche intentionnellement

- moyens d'action :

- . aménagement pour faciliter le service hivernal
- . **organisation du service hivernal**
- . moyens de liaison interne
- . moyens d'aide à la décision
- . moyens de suivi du maître d'œuvre
- . moyens de gestion du trafic

Page laissée blanche intentionnellement

PEVH (plan d'exploitation de la viabilité hivernale)

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

Document qui décrit l'ensemble des moyens et des procédures propres à chaque centre d'exploitation, mis en place pour atteindre les objectifs du DOVH.


Notes :

Les PEVH sont mis à jour annuellement. Les modalités de mise à jour seront explicitement définies dans le DOVH (qui ? quand ? comment ? quelle diffusion des mises à jour ?).

A titre indicatif, le PEVH peut comporter les pièces suivantes :

- cartes des niveaux de service ;
- consignes de diffusion et d'exploitation des bulletins météo routiers (BMR) ;
- carte des circuits de patrouilles avec les points de mesures et zones tests ;
- cadre de relevé des données des patrouilleurs et consignes-types ;
- carte des systèmes d'aide à la décision ;
- décision et intervention :
⇒ fiche d'aide à la décision - consignes,
⇒ fiche de relevé de décision et d'intervention facilitant le suivi ultérieur ;
- main courante du suivi des informations et des événements (relevé de l'état du réseau et consignes correspondantes) ;
- carte des panneaux A4 et B26 et consignes de gestion correspondantes ;
- carte des centres et des dépôts de matériaux ;
- fiche de gestion des matériaux et consignes d'utilisation ;
- carte et (ou) tableau des circuits (différenciation des circuits salage et déneigement) et des unités d'intervention ;
- tableaux d'astreinte (responsable d'intervention, patrouilleurs, agents d'intervention, etc.) de préférence pour l'ensemble de l'hiver ;
- note sur la durée du travail, les repos et les consignes de sécurité ;
- fiche de référence et de procédure radio-téléphonique ;
- moyens du privé : liste, contrat, procédure d'appel, numéros ;
- fiche de description des coordinations aux limites ;
- organisation d'une situation exceptionnelle :
⇒ réorganisation des responsabilités, des objectifs, des circuits,
⇒ moyens supplémentaires,
⇒ procédures d'information routière,
⇒ consignes-types ;
- consignes pré-hivernales ;
- consignes post-hivernales ;
- annuaire (téléphonique et radio) de toutes les personnes pouvant être contactées.

La liste des pièces du PEVH doit être adaptée au contexte de chaque département.

 Aide à l'élaboration des DOVH - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR/DSCR du 29-12-1994.

période d'activation du service hivernal

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

Espace de temps variable décrété par un responsable identifié, permettant de faire coïncider une organisation opérationnelle avec l'importance d'une réalité géoclimatique routière.

Notes :

1 On distingue sept périodes d'activation possibles :

- **Situation sans risque hivernal :**
période durant laquelle il n'y a pas de risque identifié d'apparition de phénomènes hivernaux et ne nécessitant qu'une procédure de veille météo hivernale.
- **Situation à risque hivernal :**
période durant laquelle un risque identifié d'apparition de phénomène hivernal nécessite la mise en œuvre d'une procédure spécifique de surveillance routière hivernale et la préparation des interventions, voire d'une intervention préventive.
- **Situation normale d'intervention :**
période durant laquelle se déroulent des interventions curatives sans qu'il y ait de risque identifié de non-atteinte des objectifs.
- **Situation limite d'intervention :**
période durant laquelle un ou des risques identifiés de non-atteinte des objectifs conduisent à engager des procédures de situation exceptionnelle.
- **Situation exceptionnelle :**
période diligentée sous-couvert du Préfet, durant laquelle les objectifs ne pouvant être atteints, des procédures exceptionnelles d'information des usagers de gestion du trafic et d'interventions hivernales, sont mises en place localement.
- **Situation de crise départementale :**
situation dirigée par le Préfet durant laquelle sont mises en place départementalement des procédures coordonnées d'information des usagers, de gestion du trafic et d'interventions hivernales.
- **Situation de crise interdépartementale :**
situation dirigée par le Préfet de zone de défense durant laquelle sont mises en place régionalement des procédures coordonnées d'informations des usagers, de gestion du trafic et d'interventions hivernales.


2) Deux autres périodes autour de la période hivernale sont importantes en matière d'organisation et de suivi :

. Période pré-hivernale :

période qui précède la période hivernale durant laquelle est réalisé l'ensemble des préparatifs (organisation, route, personnel, matériel, matériaux).

. Période post-hivernale :

période qui suit la période hivernale durant laquelle l'analyse et le bilan du service sont réalisés.

 *Aide à l'élaboration des DOVI - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR - DSCR du 29-12-1994*

préalerte

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Fourniture, au responsable d'une période d'activation, de prévisions à moyenne ou courte échéance laissant supposer son déclenchement.

Note :

Pour chaque période d'activation, le DOVI indique les personnes ou services habilités à fournir une préalerte.

alerte

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Fourniture, au responsable d'une période d'activation, de prévisions à très courte échéance ou de constats ne laissant planer aucun doute sur la nécessité de son déclenchement.

Note :

Pour chaque période d'activation, le DOVI indique les personnes ou services habilités à fournir une alerte.

action du service hivernal

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre


Ensemble d'opérations mises en œuvre par un opérateur identifié par le maître d'œuvre en fonction de la période d'activation, pour participer aux objectifs du service hivernal.

Note :

Liste des actions du service hivernal :

- veille météorologique hivernale ;
- préparation d'intervention hivernale ;
- surveillance routière hivernale ;
- centralisation, coordination, diffusion interne ;
- intervention hivernale ;
- approvisionnement en matériaux ;
- entretien, maintenance des matériels.

Moyens d'action

 *Aide à l'élaboration des DOVI - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR - DSCR du 29-12-1994*

aide à la décision

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Connaissances transmises au décideur ou informations présentées et accessibles, permettant de décider une action de service hivernal.

Notes :

- 1) La notion d'informations doit être prise au sens large : données brutes, agrégées, support de transmission de ces données, ergonomie, etc.
- 2) La décision comprend la mise en route effective de l'action et les paramètres de décision liés au problème à traiter.

fonction


Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Rôle tenu par un ou plusieurs agents et correspondant à une ou plusieurs actions nécessaires à l'accomplissement du service hivernal.

Note :

Généralement le service hivernal est décomposé en quatre fonctions principales :

- le permanent ;
- le patrouilleur ;
- le responsable d'intervention ;
- l'intervenant.

 *Aide à l'élaboration des DOVI - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR - DSCR du 29-12-1994*

permanent

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Fonction principale du service hivernal tenue à l'échelle départementale et durant la période hivernale, destinée à assurer, le suivi météorologique, les prévisions et le suivi des conditions routières, l'assistance aux patrouilleurs et aux responsables d'intervention, la synthèse de l'état des routes.

patrouilleur

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Fonction principale du service hivernal tenue à l'échelle locale ou supralocale, destinée à assurer le suivi des paramètres des phénomènes routiers directement sur le réseau routier.

responsable d'intervention

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Terme défini dans le préambule.



intervenant

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Terme défini dans le préambule.

structure de base

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Site dédié à la réalisation d'une ou plusieurs fonctions du service hivernal.

Notes :

1\ Le **SDER** (schéma directeur exploitation de la route) définit les structures de base mobilisées pour le service hivernal, qui sont :

- Le **CIGT** (centre d'ingénierie et de gestion du trafic) est une structure opérationnelle chargée d'élaborer la stratégie d'exploitation, de coordonner les interventions, de recueillir et diffuser l'information routière sur une zone géographique ou un réseau spécialisé en coordination avec le CRICR (centre régional d'information et de coordination routière).

- La **salle opérationnelle** est une salle de concertation, de coordination et de décision, activée dans le cas de crise d'ampleur départementale ou interdépartementale, et nécessitant la mobilisation de plusieurs partenaires. En dehors des heures de service, la salle opérationnelle est activée par le cadre de permanence.

- Cette salle est placée sous l'autorité directe du responsable de la gestion de la route de la DDE. Elle associe étroitement le chef du parc départemental et le chef de la CDES (cellule départementale exploitation sécurité).

- Le **CEI** (centre d'entretien et d'intervention) est une structure opérationnelle pour l'exploitation de la route, chargée de tâches de maintien et de rétablissement de la viabilité sur une zone géographique ou une portion d'itinéraire.

- Le **point d'appui** est une infrastructure immobilière légère complémentaire au CEI ou au centre d'exploitation trop éloigné, permettant d'accueillir personnes et matériels.

2\ En dehors du réseau couvert par le SDER, les termes existants suivants restent usités :

- Le **centre de permanence** est un local au siège de la DDE accueillant le permanent VII qui dispose des supports (cartes, outils de communication) nécessaires à ses missions.

- La **COCR** (cellule opérationnelle de coordination routière) pour la salle opérationnelle.

- Le **centre d'exploitation** pour CEI.

1\ *Schéma directeur d'exploitation de la route. Premiers éléments de réflexion pour l'organisation des services. Document réalisé par la DSCR en mars 1993 et diffusé par le SETRA - Référence E 9319.*

2\ *Circulaire interministérielle (Intérieur / MELATT) du 22 septembre 1987.*

3\ *Aide à l'élaboration des DOVI - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR / DSCR du 29-12-1994.*

principe d'organisation du service hivernal

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Règle simple utile à l'optimisation de l'organisation du service hivernal.

Notes :

1\ La liste ci-après est ouverte et l'ordre n'implique pas de hiérarchie particulière.

2\ **Concevoir une organisation à géométrie variable.**

Des différences très importantes entre les phénomènes à combattre permettent de différencier les moyens de lutte. Cette différenciation nécessite une bonne capacité d'**anticipation**.

3\ **Bien différencier les fonctions et leur complémentarité.**

Cette complémentarité des différentes fonctions et l'optimisation de chacune d'elles est un gage d'efficacité de l'ensemble du dispositif.

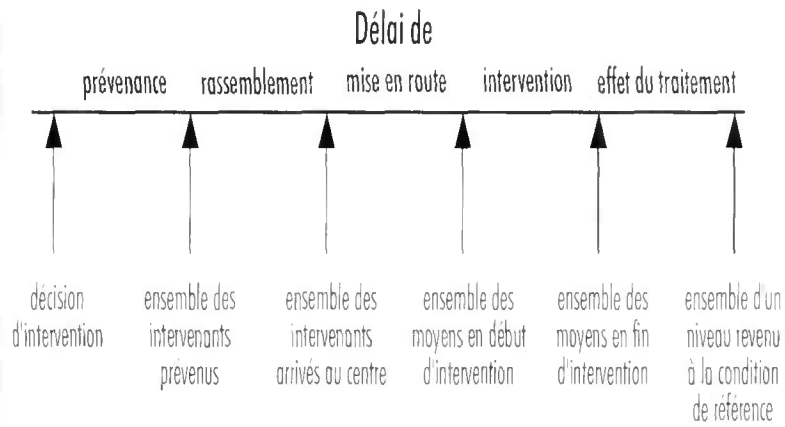
4\ **Contrôler au maximum la rapidité des interventions (en particulier sur les niveaux de service les plus élevés).**

Cette rapidité est le fruit d'une préalerte en temps suffisant, d'une mise en alerte la plus rapide possible et d'une chasse à l'accumulation des délais (délai de rassemblement, de mise en route, d'intervention et d'effet du traitement).

5\ **Offrir des moyens bien dimensionnés.**

Le choix des moyens agit directement sur leur efficacité et indirectement sur la rapidité des interventions. On veillera particulièrement à la bonne adaptation :

- aux phénomènes à combattre (dosage, mouillage, type de lame d'usure, etc.) :



- aux itinéraires (autonomie, largeur de lame et de salage, type de revêtement, etc.) ;

- aux niveaux de service (en fonction des conditions minimales et des durées de retour visées) ;

- vis-à-vis des questions d'économie.

Ces choix ne pourront se faire qu'en large concertation avec le personnel.

Aide à l'élaboration des DOVI - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR DSCR du 29-12-1994

- moyens d'action :

- . aménagement pour faciliter le service hivernal
- . organisation du service hivernal
- . **moyens de liaison interne**
- . moyens d'aide à la décision
- . moyens de suivi du maître d'œuvre
- . moyens de gestion du trafic

Page laissée blanche intentionnellement

réseau radiotéléphonique DDE

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Réseau propre, mis en place par la Direction des routes à l'échelle de chaque DDE, destiné à assurer les communications de service.

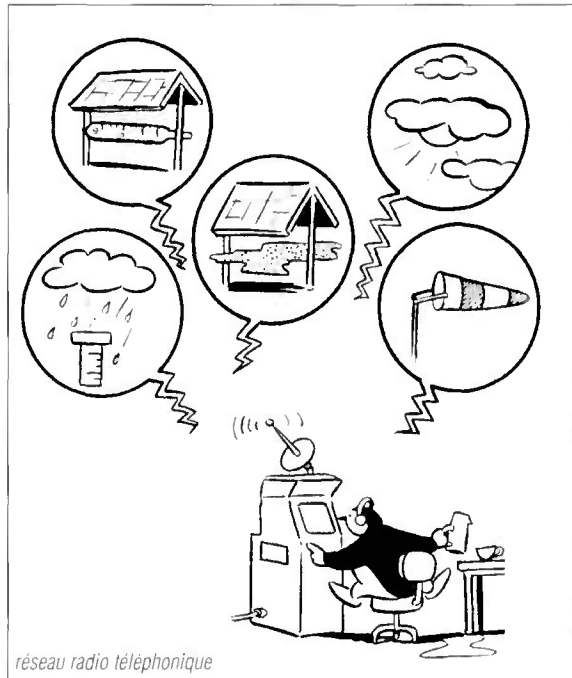
Notes :

- 1\ Il est constitué de postes de base, de postes mobiles et de relais.
- 2\ Toutes les DDE de France métropolitaine sont équipées dans la bande dite des 40 MHz, sauf deux DDE (Somme et Bas-Rhin) dans la bande des 80 MHz et trois DDE (Savoie, Haute-Savoie et Allier) dans la bande des 150 MHz.
- 3\ La signalisation analogique disparaît au profit de la signalisation numérique (norme européenne BHS 1200) qui permet de mettre en place de nouvelles fonctionnalités : appel confidentiel, appel prioritaire et surtout appel automatique.
- 4\ Le STNMTE (service technique de la navigation maritime et des transmissions de l'équipement) est l'appui technique des DDE dans ce domaine ; des centres de maintenance régionaux (CMR) existent dans un certain nombre de parcs.
- 5\ Le réseau DDE est considéré comme un réseau privé : les services de l'équipement ne payent ni les taxes de mise à disposition des fréquences radio électriques, ni les licences d'exploitation à la direction générale des postes et télécommunications (DGPT).
- 6\ Sur le plan de l'exploitation, le coût des communications est donc faible puisqu'il ne comprend que l'entretien et l'amortissement du réseau et du matériel.
- 7\ L'équipement construit lui-même ses relais en achetant le terrain et le pylône ou cohabite sur le site d'un autre opérateur (château d'eau, tour hertzienne).

radio-messagerie

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Réseau public de communication personnelle mis



réseau radio téléphonique

en œuvre par des opérateurs privés à l'échelle nationale, qui est limité à des postes récepteurs.

Notes :

- 1\ Ce système ne dispense pas d'un téléphone.
- 2\ La couverture est plus ou moins développée.

réseau téléphonique mobile

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Réseau public de communication personnelle mis en œuvre par des opérateurs privés à l'échelle nationale qui fournit des postes émetteur-récepteur.

Notes :

- 1\ Il existe trois réseaux : le réseau Itinérés de France Télécom, DCS 1800 (réseau attribué à Bouygues), et le réseau SFR.
- 2\ La couverture est plus ou moins développée selon les régions.
- 3\ La qualité de la couverture s'améliore mais certaines zones d'ombre subsistent.

Page laissée blanche intentionnellement

- moyens d'action :

- . aménagement pour faciliter le service hivernal
- . organisation du service hivernal
- . moyens de liaison interne
- . **moyens d'aide à la décision**
- . moyens de suivi du maître d'œuvre
- . moyens de gestion du trafic

Page laissée blanche intentionnellement

Météo-France

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Établissement public à caractère administratif, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière et placé sous la tutelle du ministère des transports français, chargé d'assurer les prévisions, le suivi et le bilan des situations et des conditions météorologiques. Il exerce les attributions de l'État en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens : sécurité civile, prévention des risques majeurs, sécurité nucléaire, service aux armées.

Notes :

D'un point de vue opérationnel, Météo-France est organisé en trois niveaux :

1\ Le niveau national.

Le service central d'exploitation de la météorologie (SCEM) basé à Toulouse joue, au niveau national, un rôle pilote en matière de prévision des conditions météorologiques :

- il assure la collecte des données provenant des réseaux d'observations, des radiosondages, des images satellitaires et radars ;
- il exploite ces données afin de fournir les informations élaborées sous forme de cartes et de messages techniques ;
- il assure la diffusion de ces produits vers l'ensemble des services régionaux et départementaux, permettant l'unité de vue entre tous les prévisionnistes.

2\ Le niveau régional.

La France métropolitaine est découpée en sept zones météo couvertes par des **directions interrégionales** (Nord : Lille, Ile-de-France - Centre : Paris, Nord-Est : Strasbourg, Centre-Est : Lyon, Sud-Est : Aix-en-Provence, Sud-Ouest : Bordeaux, Ouest : Rennes). Il existe également cinq services outre-mer pour les Antilles-Guyane, la Polynésie française, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Réunion, et la Nouvelle-Calédonie - Wallis-et-Futuna.

Elles ont pour mission :

- la surveillance permanente de l'atmosphère (veille météorologique) ;
- la prévision régionale (un prévisionniste 24 heures / 24) ;
- la climatologie, discipline opérationnelle basée sur le traitement des données archivées ;
- la maintenance des moyens et instruments au niveau interrégional ;
- la diffusion des informations aux différents clients ;
- la réalisation d'études spécifiques dans le domaine de la météorologie et de ses applications.

C'est au niveau de son service de prévision que


sont interprétés puis adaptés à l'interrégion les documents et directives nationales élaborés par le SCEM.

Ce service est responsable du lancement des bulletins régionaux d'alarme météorologique (BRAM) dans le cadre de sa mission de sécurité des personnes et des biens. Ce bulletin est diffusé par les services de la sécurité civile.

3\ Le niveau départemental.

Les centres départementaux de la météorologie (CDM) ont un rôle à la fois administratif, technique et commercial.

- Sur le plan administratif et commercial, le CDM assure les contacts avec les diverses autorités départementales qu'elles soient d'État ou territoriales et les clients potentiels.
- Sur le plan technique, le CDM est responsable des informations fournies aux clients et de la climatologie départementale (réseau et traitement). Il est en particulier responsable de l'adaptation aux particularités départementales des prévisions qui lui sont adressées par les directions interrégionales.
- C'est un des principaux vecteurs de l'information météorologique tant au niveau des médias locaux (radio, presse locale) qu'au niveau des clients (répondeurs téléphoniques, Minitel).
- En assistance routière, le CDM est l'interlocuteur privilégié de la DDE et des collectivités locales.
- Le CDM fonctionne généralement de 6 heures à 18 heures.

 Décret n° 93-861 du 18 juin 1993 portant création de l'établissement public Météo-France (J.O. du 23 juin 1993).

outils météorologiques

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Ensemble de moyens automatisés ou non permettant l'observation, la transmission et le traitement des paramètres et phénomènes météorologiques.

Notes :

1\ Réseau d'observations et recueils de données.

Dans le monde, on dénombre en 1997 :

- 8500 stations d'observation au sol (245 en métropole) ;
- 1480 stations de radiosondage (23 en métropole, dont 4 en mer) ;
- 4800 navires et bouées (Météo-France bénéficie d'accords avec 140 navires équipés pour l'observation en mer) ;
- près de 200 radars (13 radars en métropole) pour la surveillance des précipitations ;
- 600 avions ;
- 9 satellites (de deux types : géostationnaires

comme Météosat et à défilement).

Toutes les trois heures, des mesures au sol sont réalisées dans les mêmes conditions sur toute la planète.

2. Réseau mondial de transmission.

L'ensemble des observations recueillies est concentré dans chaque pays, puis injecté dans un réseau de communication appelé veille météorologique mondiale (V.M.M.), géré à partir de trois centres (Melbourne, Moscou, Washington). Chaque pays peut ainsi utiliser en temps réel l'ensemble des données du réseau.

3. Moyens de traitement.

Les modèles numériques de prévision calculent l'état futur de l'atmosphère à partir d'un état initial.

Le prévisionniste reçoit les sorties du modèle sous forme de documents graphiques, jusqu'à une échéance d'environ 7 jours. Sa tâche consiste à interpréter et synthétiser l'ensemble de ces cartes.

Les météorologistes français utilisent opérationnellement deux modèles, dont le premier est français :

⇒ ARPEGE est un modèle à maille variable. Il fournit globalement les champs prévus sur l'ensemble du globe et de manière plus précise, les phénomènes météorologiques intéressant la France (position des fronts, vents régionaux). Il fonctionne deux fois par jour sur un supercalculateur très puissant.

⇒ CEP est un modèle européen élaboré au centre européen de météorologie situé à Reading (Angleterre).

4. Base de données prévues.

Atmoservice a pour but de mettre à disposition des usagers un service quasi continu de prévision à échelle fine sur 625 zones topoclimatiques considérées comme homogènes en matière de conditions météorologiques.

Pour chacune de ces zones, en général une station de mesure (automatique) doit fournir des mesures à intervalles réguliers, afin que le prévisionniste établisse des prévisions par tranches de 3 heures pour les 36 heures à venir. Cette opération est renouvelée toutes les 3 heures (sauf contraintes particulières d'exploitation dans certains centres).

- ⇒ *Plaquette de présentation de Météo France*
- ⇒ *La météo de A à Z aux éditions NOU - 1988*

prévision météorologique

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Anticipation des paramètres et phénomènes météorologiques sur une échelle d'espace plus ou moins grande, à une échéance plus ou moins longue.

Moyens d'action

Notes :

1. Aujourd'hui la plus longue échéance de prévision fiable n'excède pas 5 jours. Elle devrait passer à 7 jours au début de 1998.

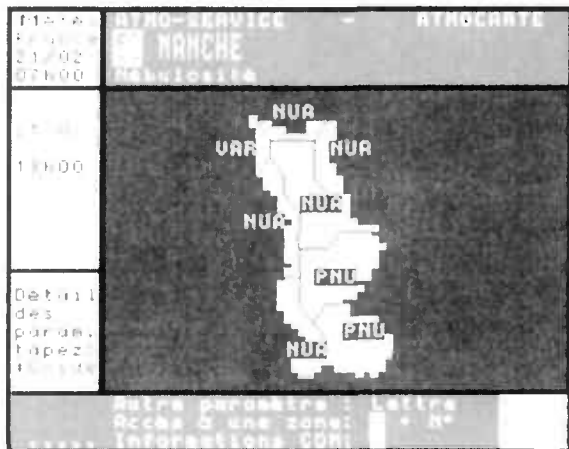
2. Météo-France propose une série de produits spécifiques à la prévision météorologique :

Atmoservice

Service permettant de fournir des prévisions à courte échéance (36 h) réactualisables toutes les 3 heures sur un ensemble de 625 zones topoclimatiques

Ce service peut être délivré sous quatre formes :

- ⇒ ATMOTAB : tableau qui permet de comparer les variations prévues d'un ou plusieurs paramètres météorologiques sur toutes les zones d'un département.
- ⇒ ATMOCARTE : carte pour visualiser le temps prévu sur un département.



modèle d'Atmocarte par accès Minitel

- ⇒ ATMOFASH : message d'avertissement de l'arrivée d'un phénomène météorologique.
- ⇒ ATMOGRAMME : graphique d'évolution pour appréhender le temps prévu, à échelle fine, sur une zone géographique.

Ces informations sont disponibles sur plusieurs supports :

- ⇒ PC : accessible par abonnement (multiple de 1 mois) sur un ou plusieurs départements : suivant l'abonnement, il est possible d'accéder à tout ou une partie des fonctions du logiciel.
- ⇒ MINITEL : accessible par abonnement (multiple de 1 mois), soit sur une ou plusieurs zones (Atmogramme), soit sur un ou plusieurs départements (Atmocarte, Atmogramme). L'abonnement est fonction des produits accessibles, de la durée et du nombre de connexions auquel le client a droit (minimum un par jour en moyenne) pendant la durée de l'abonnement.
- ⇒ TELECOPIE : diffusée par abonnement ou à la demande, il est disponible toute l'année et

Documentation des Entreprises Recluse

à toute heure d'ouverture du CDM : elle est réactualisable toutes les 3 heures.

· Atmoroute

Service particulier d'Atmoservice destiné aux exploitants routiers. Il est le fruit d'une collaboration entre Météo-France, les CETE, les services routiers des DDE et les sociétés d'autoroutes.

⇒ service proposé par les CDM, fournissant les prévisions météo sur des zones climatiques et des périodes étudiées pour l'exploitant routier.

· Bulletin météo routier

Document synthétique spécifique décrivant les paramètres et phénomènes météorologiques remarquables et pertinents pour l'exploitant routier.

Les paramètres susceptibles d'être inclus dans le BMR sont :

- la température de l'air (Ta) ;
- l'humidité relative (U) ;
- l'état du ciel : ou nébulosité ;
- le vent en surface ;
- les précipitations ;
- les brouillards.

Il contient les paramètres et phénomènes utiles à l'exploitant routier et leur indice de confiance.

☞ Concevoir un bulletin météorologique routier - Guide méthodologique d'avril 1991 édité par le SETRA - Référence E 9117.

La description et la formation des phénomènes météorologiques sont détaillées dans le "Petit cours de physique à l'usage de la viabilité hivernale".

suivi météorologique

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

Constat des paramètres et phénomènes météorologiques sur une échelle variable.

Notes :

1\ Ces informations peuvent provenir de sources très diverses :

- observations visuelles ou mesurées par le patrouilleur ;
- mesures automatiques ;
- autres services (DDE, villes, privés).

2\ Météo-France propose des produits spécifiques de suivi météorologique :

· Météotel

Outil de visualisation et de traitement d'informations météorologiques nécessaires à l'aide à la prévision immédiate et à courte échéance. Les données et images disponibles permettent :

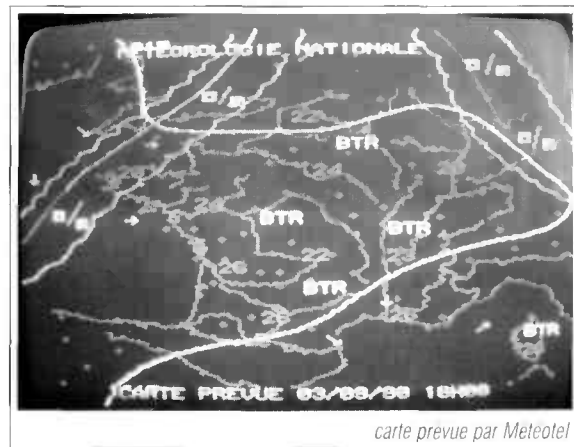
⇒ le suivi en temps réel possible à partir des données satellitaires provenant du satellite METEOSAT, des observations obtenues par les stations météorologiques, de la localisation des impacts de foudre permettant la fourniture

d'une image, tous les quarts d'heure, de la situation orageuse sur la France.

⇒ une prévision à très courte échéance de l'évolution des phénomènes en cours (calcul de déplacement de vagues de froid ou de chaleur), la localisation des zones de précipitations, de vents.

Météotel ne constitue pas cependant, un outil de prévision à lui seul. Il doit être essentiellement considéré comme un outil de surveillance, de suivi fin (prévision immédiate) et de dialogue entre usagers et météorologiste.

C'est un produit professionnel et non un produit grand public.



carte prévue par Météotel

· TEMSIR

Le temps significatif routier est un bulletin météorologique routier particulier, permettant d'assurer un suivi toutes les trois heures de conditions météorologiques difficiles, réalisé par un centre météorologique interrégional (Strasbourg) et diffusé par télécopie.

☞ Concevoir un bulletin météorologique routier - Guide méthodologique d'avril 1991 édité par le SETRA - Référence E 9117.

prévision des conditions routières

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

Anticipation des conditions routières sur une échelle d'espace plus ou moins grande à une échéance plus ou moins longue.

Exemples :

1\ Prévision de l'état du trafic : "Bison luté" de l'échelle nationale à très longue échéance (calendrier) jusqu'à l'échelle locale à échéance immédiate (médiat audiovisuels).

2\ Prévision des conditions hivernales de circulation : travail assuré par le permanent à l'échelle départementale à courte échéance, par croisement des prévisions météo et des niveaux de service.

3\ Prévision des phénomènes routiers et des

états de surface en hiver : travail assuré par le patrouilleur.

suivi des conditions routières

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

Ensemble des dispositions mises en œuvre durant les périodes à risque ou les périodes d'intervention, destinées à acquérir en temps réel les informations sur les paramètres et les phénomènes routiers, les états de surface, les conditions de circulation et l'état du trafic.

Notes :

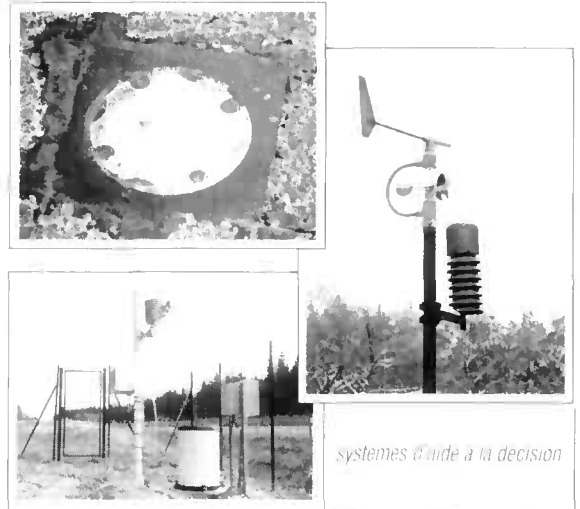
1) Exemples de moyens de suivi des éléments rentrant dans les conditions routières :

- pour les phénomènes routiers, le **patrouilleur** ;
- pour les changements d'état de surface hivernale, les **systèmes d'aide à la décision (SADSIH)** : système de recueil des données comprenant en base, une station routière avec des capteurs implantés dans la chaussée ou sur les bas-côtés, une transmission par câble, réseau téléphonique ou radio et un matériel micro-informatique de restitution ; depuis 1975, le couplage direct d'un SAD avec une signalisation A4 est interdit ;

- pour les conditions de circulation, le **patrouilleur** ;
- pour le trafic, les **stations SIREDO**.

2) Le suivi des conditions routières permet d'assurer un état des routes dans des délais acceptables.

Les systèmes d'aide à la décision en matière de viabilité hivernale (SADSIH) - Note d'information n° 72 de décembre 1989 (circulation-sécurité-équipement-exploitation) éditée par le SETRA.



- **moyens d'action :**
 - . aménagement pour faciliter le service hivernal
 - . organisation du service hivernal
 - . moyens de liaison interne
 - . moyens d'aide à la décision
 - . **moyens de suivi du maître d'œuvre**
 - . moyens de gestion du trafic

Page laissée blanche intentionnellement

suivi du service hivernal*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Ensemble d'informations recueillies et synthétisées par le maître d'œuvre favorisant le pilotage en continu du service hivernal.

bilan de l'hiver*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Document de synthèse destiné au maître d'ouvrage, regroupant les bilans physiques, financiers et qualitatifs de l'hiver écoulé.

bilan physique*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Description quantitative de l'hiver écoulé regroupant :

- la description des phénomènes rencontrés ;
- le décompte des jours d'intervention (J1, J2, J3) pour un positionnement de l'indice Hi de l'hiver ;
- ($H_i = J1 + J2 + J3$) ;
- le nombre et la nature des jours de situation exceptionnelle.

bilan financier*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Description quantitative des dépenses du service hivernal effectuée par le maître d'œuvre pour le compte d'un maître d'ouvrage.

Note :

Ce bilan fait apparaître les charges fixes et les charges variables par poste.

bilan qualitatif*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Description des répercussions des phénomènes hivernaux sur la circulation routière, présentant l'efficacité du service hivernal.

Note :

Ce bilan s'appuie sur la définition des conditions de circulation : il met en évidence le respect des objectifs et les écarts constatés.

Page laissée blanche intentionnellement

- moyens d'action :

- . aménagement pour faciliter le service hivernal
- . organisation du service hivernal
- . moyens de liaison interne
- . moyens d'aide à la décision
- . moyens de suivi du maître d'œuvre
- . **moyens de gestion du trafic**

Page laissée blanche intentionnellement

convoi blanc

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Opération particulière de gestion du trafic (en général poids lourds) dans des points durs tels que les rampes, qui consiste à stocker le trafic et le faire suivre en convoi un engin de service hivernal.

Note :

En cas de forte précipitation, il est illusoire de dépasser vingt à trente véhicules par convoi.

exploitation sous risque d'avalanche

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Prise en compte de l'importance des risques d'avalanches sur une section de route avant de décider de déclenchement artificiel, d'interventions de service hivernal et de la fermeture-ouverture à la circulation.

fermeture temporaire

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Opération d'exploitation routière consistant à interrompre la circulation sur une route pour éviter son blocage ou des risques particuliers ou pour faciliter des opérations particulières de service hivernal en situation exceptionnelle ou en situation de crise.

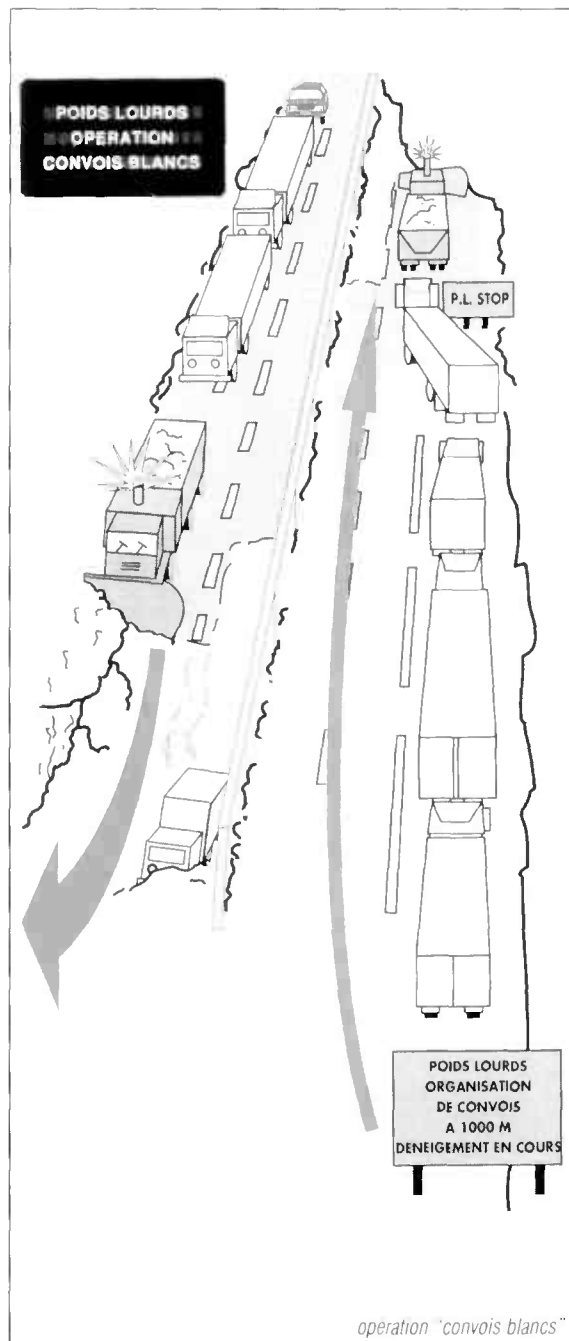
fermeture hivernale

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Opération d'exploitation routière consistant à laisser une route non déneigée et fermée à la circulation routière pendant une durée de plusieurs semaines à plusieurs mois.

Notes :

- 1\ Une signalisation "col fermé" doit être mise en place.
- 2\ Une barrière doit matérialiser physiquement cette fermeture.



Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**
- **critères de dimensionnement
et de décision**

Page laissée blanche intentionnellement

**- critères de dimensionnement
et de décision :**

- . critères de choix de l'organisation
- . informations d'aide à la décision
- . informations d'aide à la décision -
paramètres routiers
- . paramètre routier - état de surface
- . phénomènes routiers

Page laissée blanche intentionnellement

index viabilité hivernale : IVH*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Indicateur de difficultés d'exploitation hivernale du réseau routier, construit entièrement autour de paramètres météorologiques recueillis par Météo-France.

Notes :

1\ Cet indicateur complexe est obtenu à partir des données de 109 sites de mesures, répartis sur tout le territoire métropolitain. Les données retenues sont :

- les températures de l'air inférieures à 5 °C ;
- l'occurrence de neige ;
- les précipitations nocturnes associées à une température minimale de l'air inférieure à 1 °C ;
- les précipitations diurnes associées à une température maximale inférieure à 3 °C.

2\ Un calcul d'un index moyen baptisé IVH100 est fait sur tous les IVH connus d'un lieu.

3\ L'IVH permet de hiérarchiser les hivers entre eux, de pondérer les dépenses, de les suivre en cours d'hiver et éventuellement d'aider à l'évaluation d'actions d'amélioration.

(Statistique établie par le CETE de l'Est - Laboratoire de Nancy).

catégorie d'enneigement*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Caractérisation de l'importance des chutes de neige pour une zone géographique donnée, basée sur l'intensité maximale de la chute et sur la hauteur cumulée par chute.


Notes :

1\ Trois classes sont définies :

| Ei | dénomination | intensité maximale |
|----|--------------------|--------------------------------------|
| E1 | faible enneigement | 2 à 3 cm/h pouvant atteindre 5 cm |
| E2 | enneigement moyen | pouvant atteindre 10 cm/h |
| E3 | fort enneigement | plus de 10 cm/h |

2\ Cette classification s'entend en dehors des formations de congères.

3\ L'intensité et la hauteur cumulée sont les paramètres météorologiques les mieux adaptés pour définir la fréquence de rotation de raclage, et donc la dotation en moyens d'un centre d'intervention.

 Directive du 4 septembre 1978 (DRCR) : organisation et exécution du service hivernal.

échelle météorologique*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Découpage de l'espace et du temps destiné à présenter les réalités météorologiques et leurs évolutions.

Notes :

- 1\ Échelle d'espace :
 - planétaire ou hémisphérique ;
 - échelle macroclimatique : zone géographique très étendue (continents, océans) ;
 - échelle synoptique : 1000 x 1000 km, utilisée pour la prévision ;
 - échelle mésoclimatique : zone géographique limitée (ex : bassin parisien, plateau lorrain) ;
 - échelle topo-climatique : 10 x 10 km ;
 - échelle microclimatique : de l'ordre du kilomètre ;
 - lieu précis.
- 2\ Échelle de temps (temps futur utilisé en prévision) :
 - longue échéance : > 5 jours (domaine mal maîtrisé, extension en cours d'étude et non diffusé actuellement) ;
 - moyenne échéance : 36 heures à 5 jours ;
 - courte échéance : 12 à 36 heures ;
 - très courte échéance : 3 à 12 heures ;
 - immédiate : 1 à 3 heures ;
 - instant présent : 0 à 1 heure.

échelle routière hivernale*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Découpage de l'espace et du temps destiné à présenter les réalités routières et leurs évolutions.

Notes :

- 1\ Échelle d'espace :
 - ponctuelle : (point singulier de 10 à 1000 m) ;
 - locale : (section d'itinéraire de 1 à 10 km ou circuit d'intervention de 10 à 40 km en subdivision) ;
 - départementale : itinéraire dans un département ou ensemble du département ;
 - régionale : itinéraire dans son ensemble ou zone d'action d'un CRICR ;
 - nationale : France entière.
- 2\ Échelle de temps (temps futur par rapport à l'apparition d'un phénomène ou d'un événement routier) :
 - temps réel (0 à 1 heure) ;
 - immédiate (1 à 3 heures), temps nécessaire à la réalisation d'une intervention précurative ;
 - très courte échéance (3 à 12 heures), temps nécessaire à une organisation efficace de la surveillance routière ou du suivi météo en

- début de situation à risque :
- courte échéance (12 à 36 heures), temps nécessaire à la préparation des moyens d'intervention en cas de préalerte de situation à risque ;
 - moyenne échéance (36 heures à 5 jours) ;
 - longue échéance (5 jours à 1 mois) ;
 - très longue échéance (de l'ordre de l'année).

point significatif

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Portion de route de courte longueur (10 à 1000 m) choisie pour être le lieu de suivi des conditions de circulation ou d'état du trafic ou des phénomènes et paramètres routiers.

point régulier

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Point significatif dont le comportement représente celui d'une section homogène d'itinéraire.

Note :

Le suivi sur ce point des paramètres routiers permet de déclencher un traitement précuratif localisé sur la section ou généralisé sur l'itinéraire.

point singulier

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Point significatif où apparaissent des phénomènes routiers hivernaux indépendamment du reste de l'itinéraire.

Note :

Les points singuliers nécessitent une approche spécifique de la viabilité hivernale (signalisation A4, choix de revêtement, traitement des abords, épandages ponctuels, etc.).

Exemple :

Un tablier de pont fin, une section de route située au nord peuvent être des points singuliers.

point dur

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Point significatif d'un itinéraire le plus contraignant vis-à-vis de la circulation hivernale.

Note :

Ces points durs peuvent nécessiter des mesures particulières de gestion du trafic et leur service hivernal sera assuré au mieux.

moyen de connaissance du réseau

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Disposition ou dispositif permettant d'accéder aux données caractérisant directement ou indirectement les paramètres ou les phénomènes routiers.

Notes :

1 Le recueil d'expérience des exploitants constitue une disposition très intéressante si elle est formalisée et régulière.

2 Un de ces dispositifs est l'appareil **Thermoroute**.

Appareil à grand rendement des LPC destiné à relever en continu sur un itinéraire la température de l'air, l'humidité de l'air, la température de surface de la chaussée et les événements topoclimatiques et routiers. Les relevés de cet appareil donnent accès à une image climato-routière de l'itinéraire. Ils sont utiles pour :

- ⇒ appréhender le comportement thermo-hydrrique d'un nouveau tracé ;
- ⇒ étudier des mesures locales d'amélioration ;
- ⇒ choisir des points réguliers ;
- ⇒ localiser et hiérarchiser des points singuliers.



**- critères de dimensionnement
et de décision :**

- . critères de choix de l'organisation
- . **informations d'aide à la décision**
- . informations d'aide à la décision -
paramètres routiers
- . paramètre routier - état de surface
- . phénomènes routiers

Page laissée blanche intentionnellement

paramètre météorologique*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Grandeur observable ou mesurable en un lieu précis permettant de caractériser la masse d'air et d'appréhender les phénomènes météorologiques à un moment donné.

Notes :

- 1\ Ces paramètres sont : la pression atmosphérique, la température de l'air, l'humidité, la direction et la vitesse du vent, la durée, l'intensité et la hauteur des précipitations, la nébulosité.
- 2\ Tous ces paramètres sont détaillés dans le "Petit cours de physique à l'usage de la viabilité hivernale".

phénomène météorologique*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Phénomène physique se produisant en un lieu précis, isolable et identifiable, caractérisable par des paramètres météorologiques et caractérisant la condition météorologique à un moment donné.

Notes :

- 1\ Ces phénomènes sont : les nuages, le vent, le brouillard, les précipitations.
- 2\ La description et la formation des phénomènes météorologiques sont détaillées dans le "Petit cours de physique à l'usage de la viabilité hivernale".

condition météorologique*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

État des paramètres et des phénomènes à une échelle micro ou topoclimatique et à un moment donné.

situation météorologique*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Configuration générale des conditions météorolo-

giques à l'échelle mésoclimatique ou synoptique.

paramètre routier*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Grandeur observable ou mesurable en un lieu précis permettant d'appréhender ou d'anticiper les conditions routières à un moment donné.

Note :

L'état de surface est un important paramètre routier permettant de décrire la présence d'eau à la surface d'une chaussée lors d'une inspection visuelle par un patrouilleur.
(cet état a été normalisé dans la norme NF P 99-320).

phénomène routier*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Phénomène physique se produisant sur, ou à proximité de la surface routière, résultant de l'interaction entre les phénomènes météorologiques, la chaussée, son environnement et le trafic à un moment donné.

Note :

Ces phénomènes sont développés ci-après.

conditions routières*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

État des paramètres et phénomènes routiers, des conditions de circulation et du trafic à une échelle départementale, locale ou ponctuelle à un moment donné.

situation routière*Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre*

Configuration générale des conditions routières à l'échelle régionale ou nationale à un moment donné.

Page laissée blanche intentionnellement

- critères de dimensionnement et de décision :

- . critères de choix de l'organisation
- . informations d'aide à la décision
- . **informations d'aide à la décision -
paramètres routiers**
- . paramètre routier - état de surface
- . phénomènes routiers

Page laissée blanche intentionnellement


température de surface (T_s)


Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Paramètre routier défini comme étant la température radiative de la surface du revêtement mesurée sans contact à l'aide d'infrarouge.

Notes :

- 1\ La température de surface est différente de la température de l'air (T_a).
- 2\ Les échanges thermiques sont continus (rayonnement, conduction, convection) entre l'atmosphère et la chaussée. Les changements d'état de l'eau à la surface influencent ces échanges.
- 3\ La température de surface traduit à tout instant l'équilibre instable entre ces deux milieux.
- 4\ La température de surface est extrêmement variable suivant la nature des granulats, la densité, la couleur, la macro-rugosité et la micro-rugosité, le profil transversal et longitudinal, l'exposition, l'environnement, l'altitude, les conditions météorologiques, le trafic et les interventions hivernales.
- 5\ Il ne faut pas confondre la température de surface avec la température au sol qui est un paramètre agronomique (température prise à 10 cm de la terre, sur du gazon).

 Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

 Verglas, mode d'emploi ! Guide pédagogique de septembre 1989 édité par le SETRA - Référence E. 8945.


température du corps de chaussée (T_x)


Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Paramètre routier permettant d'appréhender le comportement thermique du corps de chaussée, et défini comme étant la température relevée à une cote x_j par rapport à la surface du revêtement ($0 > x_j > -150$ cm), à l'aide d'une sonde thermométrique.

Note :

La température du corps de chaussée varie suivant le lieu (épaisseur de la structure, nature des matériaux, présence d'ouvrages, profils en travers, déblais, remblais).

 Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

 Verglas, mode d'emploi ! Guide pédagogique de septembre 1989 édité par le SETRA - Référence E. 8945.

température de protection (T_c)

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Paramètre routier traduisant, pour une saumure présente à la surface d'une chaussée soumise à un

refroidissement naturel, l'apparition des premiers cristaux de glace.

Notes :

- 1\ Cette température de protection est mesurée ou estimée à partir du titre massique de la saumure par des méthodes chimiques réalisées à l'aide de réactifs virant à un certain seuil de titre massique.
- 2\ La mesure du dosage résiduel de sel (en g/m^2) est possible, mais ne permet pas d'estimer avec précision la température de protection.
- 3\ La quantité résiduelle de sel à la surface de la route est quasi indépendante du dosage épandu, mais est fonction de la nature du revêtement (plus un revêtement est macro-rugueux, plus il conserve de salinité protégée du trafic et des précipitations), du trafic et du temps écoulé depuis l'épandage. Une pluie, qui entraîne un début de ruissellement, lave la chaussée de son sel résiduel.


dosage résiduel

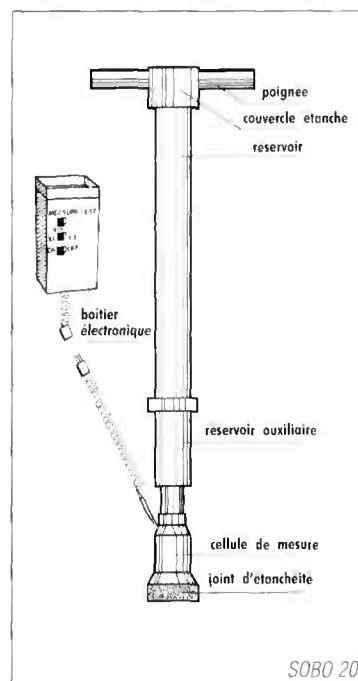
Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Masse de fondant routier présent par unité de surface de chaussée à un moment donné.

Notes :

- 1\ Il s'exprime en gramme par mètre carré (g/m^2).
- 2\ Le dosage résiduel est quasi indépendant du dosage épandu, mais est fonction de la nature du revêtement (plus un revêtement est macro-rugueux, plus il conserve de salinité protégée du trafic et des précipitations), du trafic et du temps écoulé depuis l'épandage. Une pluie, qui entraîne un début de ruissellement, lave la chaussée de son sel résiduel.
- 3\ Le SOBO 20 mesure avec précision et rapidité la quantité en g/m^2 de fondant chimique sur un revêtement routier.

 Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".



titre massique de la saumure

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Quotient de la masse de fondant chloruré par la masse de saumure.

Notes :

1. Il s'exprime en pourcentage (%).
2. On utilise improprement le terme concentration pour le titre massique.

Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

température de l'air (Ta)

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Valeur définie par sa mesure ou plutôt par la mesure de la température d'un corps physique en contact, plongé dans l'air.

Notes :

1. La température de l'air est mesurée sous abri, et à 1,50 m au-dessus d'un sol engazonné.
2. Elle décroît avec l'altitude : si on abaisse la température de l'air, il se forme des gouttelettes d'eau, c'est la condensation.

température du point de rosée (Td)

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Température à laquelle il faut abaisser l'air pour l'amener à un début de condensation.

Note :

Lorsque Ta rejoint Td, il y a début de formation de brouillard.

humidité de l'air

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Quantité d'eau à l'état de vapeur contenue dans l'air.

Notes :

1. L'humidité de l'air s'exprime en valeur relative par rapport à la saturation.
2. L'humidité relative est le rapport de l'humidité absolue (quantité de vapeur contenue dans l'air) par l'humidité absolue de saturation (quantité maximale de vapeur d'eau contenue dans l'air) : elle s'exprime en % et on la note U. Plus elle se rapproche de 100 %, plus l'air est proche de la saturation.
3. L'humidité relative se mesure avec un hygromètre.

La description et la formation des phénomènes météorologiques et routiers sont détaillées dans le "Petit cours de physique à l'usage de la viabilité hivernale".



**- critères de dimensionnement
et de décision :**

- . critères de choix de l'organisation
- . informations d'aide à la décision
- . informations d'aide à la décision -
paramètres routiers
- . paramètre routier - état de surface
- . phénomènes routiers

Page laissée blanche intentionnellement

sec

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement ne présentant aucune partie humide.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

sec-humide

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement présentant à la fois des parties humides et des parties sèches.

Note :

Ces traces d'eau sont susceptibles de diminuer le niveau d'adhérence de la chaussée.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

humide

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert par un film d'eau d'épaisseur insuffisante pour entraîner des soulèvements d'eau par les pneumatiques.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

mouillé

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert par un film d'eau d'épaisseur suffisante pour entraîner des soulèvements d'eau par les pneumatiques, mais d'épaisseur insuffisante pour entraîner des projections d'eau.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

ruisselant

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert par un film d'eau d'épaisseur suffisante pour entraîner des projections d'eau réduisant la visibilité.

Note :

Cet état de surface implique un risque d'aquaplanage.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

blanc-gelé

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une couche de paillettes de glace résultant d'une gelée blanche.

Note :

Cet état de surface est parfois improprement appelé "givré".

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

**plaque de glace**

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement partiellement couvert d'une couche de glace non due à la congélation d'une eau non directement issue d'un phénomène atmosphérique.

Note :

Une plaque de glace occasionne un danger qui excède par son importance les obstacles que les usagers de la route doivent s'attendre à rencontrer.

☞ Arrêt du Conseil d'État n° 30-11-1973 - Équipement contre Simon.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

verglacé

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert par une couche de glace résultant d'un verglas autre qu'une gelée blanche.

☞ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

neige fraîche

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une neige non transformée depuis sa chute.

Notes :

1\ Cet état ne peut évoluer que sous l'effet du trafic, des conditions météorologiques ultérieures ou d'un traitement.

2\ Il entraîne une diminution du niveau d'adhérence et une perte de motricité proportionnées à l'épaisseur tombée.

Norme AFNOR en projet P 99-320 "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie"

neige pulvérulente

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une neige sèche transformée en poudre par le trafic.

Notes :

1. Il conduit à une diminution du niveau d'adhérence et une perte de motricité proportionnées à l'épaisseur.
2. Elle est appelée également neige farineuse ou neige en farine.

Norme AFNOR en projet P 99-320 "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie"



neige tassée

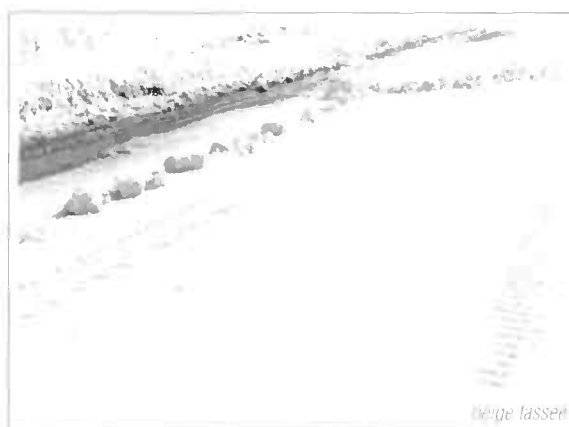
Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une neige humide compactée par le trafic.

Note :

Cet état entraîne une diminution du niveau d'adhérence.

Norme AFNOR en projet P 99-320 "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie"



neige fondante

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une neige en cours de fusion.

Notes :

1. Cet état de surface traduit la transition entre deux autres types d'état de surface.
2. Cette transformation est la conséquence de l'effet du trafic, des conditions météorologiques, des conditions initiales du revêtement ou des traitements effectués.
3. Cet état entraîne un risque d'aquaplanage et des projections par les pneumatiques.

Norme AFNOR en projet P 99-320 "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie"



neige gelée

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une neige transformée par une fusion, puis un regel de sa surface.

Note :

Cet état entraîne une diminution importante du niveau d'adhérence.

Norme AFNOR en projet P 99-320 "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie"




neige glacée

Viabilité hivernale/Maître d'œuvre

État de surface d'un revêtement couvert d'une neige mouillée transformée en glace par regel dans la masse à partir de la surface de la chaussée.

Note :

Cet état de surface implique une diminution très forte de l'adhérence (condition de circulation C4).

 Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

Page laissée blanche intentionnellement

**- critères de dimensionnement
et de décision :**

- . critères de choix de l'organisation
- . informations d'aide à la décision
- . informations d'aide à la décision -
paramètres routiers
- . paramètre routier - état de surface
- . **phénomènes routiers**

Page laissée blanche intentionnellement

vent routier

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Phénomène routier traduisant le mouvement de l'air par rapport à la route dans sa composante horizontale et mesurée à 3 m au-dessus de la chaussée, à une distance minimale de 2 m du bord de chaussée.

Notes :

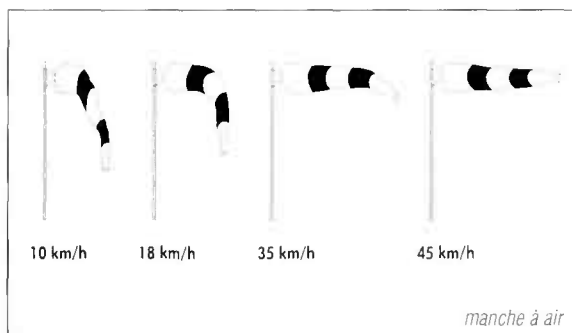
1\ Le vent routier se caractérise par plusieurs paramètres :

- la **direction** : direction d'où souffle le vent routier par rapport au Nord géographique.
- la **vitesse** : instantanée (rapportée à une période de temps de 3 s) ou moyenne (rapportée à un intervalle de temps de 10 mn). Elle est toujours exprimée en kilomètre par heure (km/h). En l'absence d'équipement pour mesurer la vitesse du vent, l'observation doit être faite par estimation de la force du vent.
- la **rafale** : variation brève et soudaine d'au moins 2,5 m/s de la vitesse du vent routier par rapport à la vitesse du vent routier moyen.

2\ On parle de **vent routier instantané** (paramètres caractéristiques du vent routier pour une période de 3 secondes), et de **vent routier moyen** (paramètres caractéristiques de la moyenne sur 10 mn du vent routier instantané).

3\ La manche à air installée de long d'une route permet à l'usager de visualiser la direction et la vitesse du vent routier.

☐ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".



brouillard routier

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Phénomène routier réduisant, à 1,20 m au-dessus du niveau de la chaussée, la visibilité horizontale en dessous de 400 m (valeur dictée par des contraintes routières).

Note :

Il existe trois classes de brouillard routier :

| classe de brouillard routier | distance de visibilité horizontale |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 200 à 400 m |
| 2 | 100 à 200 m |
| 3 | 50 à 100 m |

☐ Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

verglas

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Phénomène routier traduisant la présence d'eau transformée à l'état solide à la surface de la chaussée.

Notes :

Il existe cinq types de verglas :

1\ Lors d'un refroidissement atmosphérique, il peut se produire une **congélation d'eau préexistante** sur la chaussée (eau résiduelle provenant de **précipitation** ou de **condensation** antérieure). Ce verglas est prévisible dès que l'on possède une bonne connaissance de l'état de la couverture nuageuse, mais il est souvent localisé aux zones naturellement humides du réseau, ce qui le rend dangereux pour l'usager, d'autant plus qu'il est transparent.

2\ Lors d'un refroidissement radialif nocturne, l'air humide se refroidit au contact du sol plus froid : si la température de la surface est inférieure à 0 °C il y a condensation solide de la vapeur d'eau atmosphérique. Il y a formation de **gelée blanche**. Pour prévoir ce phénomène il faut connaître la température du point de rosée de l'air (Td) et la température de surface (Ts). Sa localisation est purement liée aux données micro-climatiques locales.

3\ On peut observer, dans les brouillards avec forte condensation et une température comprise entre 0 et -3 °C, les gouttelettes d'eau surfondue, les plus grosses, se déposent sur la surface de la chaussée et y forment un fin verglas appelé **brouillard givrant précipitant**. Les mauvaises conditions de visibilité ne permettent pas une bonne perception du phénomène par l'usager.

4\ Quand la surface de la chaussée est très froide (< -2 °C) et que l'eau précipitée est en quantité limitée et à une température proche de 0 °C sans être en surfusion, cette **pluie sur sol gelé** forme du verglas. Le passage de l'eau à l'eau congelée est difficile à percevoir car la congélation non immédiate peut prendre de 2 à 15 mn, suivant Ts et l'intensité de la pluie, ce qui rend ce verglas très dangereux.

5. L'eau en surfusion est restée à l'état liquide bien que sa température soit inférieure à 0 °C, mais le moindre choc provoque sa cristallisation instantanée. Une précipitation de **pluie en surfusion** forme un verglas qui peut devenir épais. Sa prévision est assez facile mais sa localisation délicate car les conditions météorologiques correspondantes sont instables et peuvent conduire à de la pluie ou de la neige. Ce type de précipitation est directement détectable par l'usager, car les gouttes d'eau opacifient instantanément le pare-brise du véhicule.

📖 "La route en présence de verglas - Phénomènes, adhérence, prévisions" par Jean Livet - Revue générale des routes et des aérodromes n° 639 de mars 1987.

📖 Verglas, mode d'emploi ! Guide pédagogique de septembre 1989 édité par le SETRA - Référence E 8945.

neige routière

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Phénomène routier traduisant la présence d'un mélange d'eau sous forme solide (cristal de glace) liquide et gazeuse (vapeur d'eau présente dans l'air autour des particules) à la surface de la chaussée.

Notes :

1. Il existe trois types de neige définis au sens routier :

- **Neige sèche** : neige à faible teneur en eau (moins de 1 % de la masse). Sa masse volumique est comprise entre 50 et 150 kg m⁻³. Elle est compactée par le trafic.

- **Neige humide** : neige à teneur en eau liquide (comprise entre 1 et 10 % de la masse). Sa masse volumique est comprise entre 150 et 300 kg m⁻³. Elle peut être compactée sous l'effet du trafic.

- **Neige mouillée** : neige à teneur en eau liquide (supérieure à 10 % de la masse). Sa masse volumique est supérieure à 300 kg m⁻³. Sa teneur en eau est suffisante pour qu'elle soit évacuable par le trafic.

2. La teneur en eau liquide de la neige routière est fonction :

- de la teneur en eau de la neige en chute, donc en particulier de la température de l'air dans les basses couches de l'atmosphère ;
- de la température et de l'état de la surface routière ;
- de l'épandage de fondant et de raclages éventuels.

📖 Norme AFNOR en projet P 99-320 - "Recueil des données météorologiques routières - Terminologie".

congère

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Phénomène routier qui se traduit par un amas de

neige accumulée derrière des obstacles ou des irrégularités du terrain sous l'effet du vent.

Note :

1. Le vent, selon la température de l'air, agit sur la neige qui tombe en fonction de sa qualité.

2. Le vent, selon la température de l'air, agit sur les particules de neige tombée.

avalanche

Viabilité hivernale/Maitre d'œuvre

Masse de neige qui se détache d'une montagne et la dévale en détruisant les obstacles sur son passage.

Notes :

1. On distingue trois grands types d'avalanches selon que la neige de départ est une poudre, une pâte ou un solide fragile :

- avalanche de neige pulvérulente (froide et sèche) ($d \approx 100 \text{ kg m}^{-3}$, $T_a < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$) ;

- avalanche de neige humide ($d > 200 \text{ kg m}^{-3}$, $T_a = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$) ;

- avalanche de neige en plaque ($d > 200 \text{ kg m}^{-3}$, $T_a \leq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$).

2. Critères secondaires qui permettent de décrire plus complètement les avalanches :

- forme de la zone de départ (ponctuelle, linéaire) ;

- position de la surface de glissement (sol visible ou non dans la zone de départ ou sur tout le trajet) ;

- morphologie du terrain (couloir, versant ou zones plus complexes) ;

- époque (hiver, printemps) ;

- température de l'air ambiant (grand froid, redoux, etc.) ;

- vitesse de l'avalanche.

Ainsi parlera-t-on d'une avalanche de neige pulvérulente de versant à départ ponctuel, d'une avalanche de neige humide de couloir par redoux hivernal, etc.

3. La réalité est souvent plus complexe et une même avalanche peut appartenir à plusieurs types. Ainsi une avalanche de neige en plaque peut, au cours de sa descente, se transformer en avalanche poudreuse. Les blocs formant la plaque sont peu à peu réduits en neige pulvérulente par suite de chocs successifs. De même, dans le cas des avalanches de neige pulvérulente de faible ampleur, on observe souvent une composante de neige humide.

4. Échelle de risque d'avalanches

📖 Neige et avalanches - Connaissances de base - Édité par le CEMAGREF en juin 1983.



L' intervenant

Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**

Page laissée blanche intentionnellement

**- problématique :
- définitions des interventions
particulières**

Page laissée blanche intentionnellement

préparation d'intervention hivernale

Viabilité hivernale/Intervenant

Action du service hivernal destinée à rendre opérationnel l'ensemble des moyens nécessaires à une intervention en temps opportun.

intervention de service hivernal

Viabilité hivernale/Intervenant

Action de mise en œuvre d'engins (et de matériaux) sur le réseau routier afin d'assurer une ou plusieurs opérations concourant aux objectifs du service hivernal.

Notes :

- 1\ Trois opérations types peuvent se combiner :
 - épandage de matériaux (sel, saumure, abrasifs) ;
 - raclage de la neige ;
 - évacuation de la neige.
- 2\ Une intervention nécessite au moment de la prise de décision la fixation d'un certain nombre de paramètres.

épandage


Viabilité hivernale/Intervenant


Opération consistant à épandre sur les voies de circulation des matériaux du service hivernal.

Notes :

- 1\ L'outil destiné à assurer l'action d'épandage est l'épandeuse.
- 2\ Les paramètres de l'épandage relevant de la prise de décision.
 - La **localisation temporelle de l'épandage**.
Classification des interventions en fonction de leur moment par rapport aux phénomènes routiers. On distingue trois classes :
 - ⇒ l'épandage **préventif**, décidé au vu des prévisions météorologiques à courte ou très courte échéance, est réalisé en général le soir qui précède l'apparition d'un phénomène routier possible ;
 - ⇒ l'épandage **précuratif**, décidé à partir d'un suivi météorologique et routier, est réalisé à échéance immédiate avant l'apparition du phénomène routier très probable ;
 - ⇒ l'épandage **curatif**, décidé au vu des phénomènes routiers constatés, est réalisé après leur apparition sur la chaussée.
 - La **localisation spatiale des épandages**.
Classification des épandages basée sur leur étendue. On distingue trois classes :
 - ⇒ l'épandage **ponctuel** sur des points singuliers ;
 - ⇒ l'épandage **localisé** sur des sections d'itinéraire ;
 - ⇒ l'épandage **généralisé** sur un itinéraire.

- La **nature de matériaux**.
Classification des matériaux destinés à l'épandage, basée sur leur action à la surface de la route. On distingue quatre classes :
 - ⇒ les abrasifs ;
 - ⇒ les sels solides ;
 - ⇒ les saumures ;
 - ⇒ les bouillies de sels.
- Le **dosage épandu**.
Quantité de matériaux distribuée par mètre carré de la zone du revêtement touchée par les impacts de matériaux.
- 3\ Il existe des installations fixes de giclage de fondants liquides.

 Aide à l'élaboration des DOVH - Guide pratique de novembre 1994, transmis avec la circulaire DR-DSCR du 29-12-1994.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.


raclage


Viabilité hivernale/Intervenant

Opération consistant à enlever la neige ou la glace présente sur la chaussée, par décollement et déplacement latéral, suivi d'un dépôt en bourrelet à côté de la partie de la chaussée raclée.

Notes :

- 1\ Les outils de raclage sont développés dans le chapitre "moyens d'action de l'intervenant".
- 2\ Les paramètres du raclage relevant de la prise de décision sont :
 - la **localisation temporelle du raclage** ;
 - la **localisation spatiale du raclage** ;
 - la **nature de l'outil**.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.

 "Dénivellement - Techniques de raclage et matériels" - Note d'information n° 66 de mars 1991 (chaussées-dépendances), éditée par le SETRA.

évacuation

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération consistant à enlever la neige présente sur la route par ramassage, puis transfert pour dépôt en dehors de la route.

Notes :

- 1\ L'outil destiné à assurer l'action d'évacuation est l'évacuateur.
- 2\ Les paramètres de l'évacuation relevant de la prise de décision sont :
 - la **localisation temporelle et spatiale de l'évacuation** ;
 - le **choix de l'outil** ;
 - la **nécessité de transport et le lieu de dépôt**,

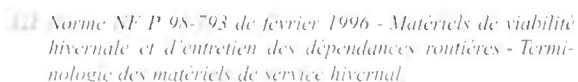
sont des paramètres de décision.

Ils tiendront compte en particulier de la prévision de nouvelles chutes de neige.

3) Le **ramassage** et le **transfert** peuvent s'opérer de manière :

- continue : cas des **évacuateurs rotatifs** qui transfèrent par éjection la neige à distance en même temps qu'ils la ramassent ;
- discontinue : cas des **évacuateurs à godets** (pelle, chargeur, tractopelle) qui transfèrent la neige après l'avoir ramassée.

Le transfert peut s'effectuer par chargement sur camion, puis transport de la neige.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.

élargissement

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération particulière de raclage des côtés de la trace antérieure déneigée réalisée à l'aile ou à la lame, consistant à repousser le long de la chaussée le bourrelet existant (aileron en position horizontale basse).

écrêtage

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération particulière de raclage de la partie supérieure des bourrelets de neige latéraux réalisée à l'aile écrêteur et consistant à former une banquette (aileron en position horizontale haute) ou un talus incliné (aileron en position inclinée).

raclage des congères

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération particulière consistant à éliminer la neige accumulée sur la route par le vent.

Notes :

- 1) L'épaisseur de neige accumulée oblige souvent à utiliser un outil de raclage frontal symétrique, type étrave, voire un évacuateur.
- 2) En faible épaisseur, le choix du côté de dépôt de la neige par rapport au vent est primordial pour limiter la reconstitution rapide de la congère. Si ce choix implique un dépôt à gauche, des mesures d'exploitation du trafic peuvent s'avérer nécessaires.
- 3) Il ne faut pas sous-estimer les besoins de motricité du porteur et de doigté du chauffeur de l'engin.

ouverture de col

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération lourde d'évacuation complète de la neige accumulée au cours de la période de fermeture hivernale sur une route d'altitude non circulée en hiver, avant sa réouverture au public.

Notes :

- 1) Cette opération est réalisée vers le 15 juin pour les plus grands cols.
- 2) Cette opération nécessite une bonne synchronisation politique et technique.



déclenchement artificiel d'avalanche

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération particulière de mise en mouvement d'un manteau neigeux important et instable conduisant à la formation d'une avalanche.

Notes :

- 1) Les moyens de déclenchement sont variables selon les situations et les équipements existants (passage de skieurs-pisteurs, vol d'hélicoptère, tir à la carabine ou au canon, dépôt manuel ou par câbles (CATÈX) de charges explosives, suppression localisée (GAZÈX).
- 2) Le déclenchement artificiel d'avalanche est très délicat, car il est souvent difficile de déterminer la trajectoire et surtout l'endroit où va s'arrêter une avalanche.

suivi d'intervention

Viabilité hivernale/Intervenant

Vérification de la bonne application des décisions d'intervention, leur éventuelle modification et l'atteinte des objectifs fixés, par le responsable d'intervention au cours et à la fin des interventions.

Note :

Une des fonctions importantes du suivi est le repérage des situations limites conduisant à une alerte immédiate du maître d'œuvre.

compte rendu d'intervention

Viabilité hivernale/Intervenant

Document de synthèse rempli par le responsable d'intervention après la période d'intervention destiné à fournir au maître d'œuvre la réalité des interventions effectuées et la quantité des moyens utilisés.

Page laissée blanche intentionnellement

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**

Page laissée blanche intentionnellement

responsabilité pénale des agents

Viabilité hivernale/Intervenant

Un agent peut être mis en cause pénalement pour des faits survenus dans le cadre du service.

Deux hypothèses moyennes peuvent se présenter :

- mise en danger d'autrui : article 223-1 du code pénal (pas de dommage) ;
- homicide et/ou blessures involontaires : articles 221-6, 222-19, 222-20 et 121-3 du code pénal (dommages corporels).

Quelle que soit l'hypothèse et par application de l'article 11 (alinéa 4) du statut général du fonctionnaire, l'État, hormis le cas de la faute personnelle (hors service, etc.), accordent sa protection à l'agent. La condamnation pénale reste toujours à la charge de celui-ci (emprisonnement, amende, etc.).

règles d'organisation du travail

Viabilité hivernale/Intervenant

Ensemble des dispositions de nature réglementaire que doit respecter et faire respecter le maître d'œuvre en matière de modalités d'exécution du service hivernal.

Notes :

1\ On peut citer :

- l'**astreinte** :

- le **repos compensateur** qui est un repos **facultatif** octroyé à la demande de l'agent ayant effectué des travaux ou des interventions durant les heures non ouvrées, dans le cadre d'impératif d'exploitation ou d'entretien des ouvrages. Ce repos se substitue au paiement des heures supplémentaires ;

- le **repos sécurité** qui est un repos **obligatoire** octroyé à un agent ayant effectué des travaux ou des interventions dans la plage horaire (23 heures - 5 heures). L'agent doit prendre ce repos dans la vacation normale qui suit l'intervention nocturne ; uniquement en cas de nécessité absolue de service (situation exceptionnelle), le chef de service pourra repousser la prise de repos. La durée du repos est égale au nombre d'heures travaillées dans cette plage, arrondi au nombre entier supérieur (1/2 journée, si durée travaillée supérieure à 3 heures). Ce repos est compté comme temps normal de travail.

2\ Le code du travail en matière de durée du travail ne s'applique pas aux services publics, mais les maîtres d'œuvre doivent s'en inspirer pour fixer au mieux des règles raisonnables d'organisation.

Statuts des personnels de l'État - Équipement - Éditions administratives centrales - 75006 PARIS.

Arrêté du 29 mars 1985 fixant les modalités d'octroi d'un repos compensateur aux personnels chargés des tâches d'exécution relatives à l'exploitation et à l'entretien des ouvrages dans les services relevant du ministère de l'urbanisme, du logement et des transports (non paru au Journal officiel).

règles d'hygiène et de sécurité

Viabilité hivernale/Intervenant

Disposition du livre II - titre III "hygiène, sécurité et conditions de travail" du code du travail directement applicables dans les administrations de l'État, les collectivités et dans les établissements publics depuis le décret n° 82-453 du 28 mai 1982.

Note :

La non application de ces règles peut conduire à une inculpation pénale des chefs de service.

conduite des engins du service hivernal (article R. 231-1)

Viabilité hivernale/Intervenant

Article introduit en novembre 1996 dans le code de la route qui crée une catégorie particulière de véhicule, les "engins de service hivernal", en leur accordant des dérogations en matière de dimensions, de poids et de circulation.

Notes :

1\ Le décret n° 98-1001 du 18 novembre 1996 s'applique aux engins de service hivernal.

· En cas de dimensions ou poids dérogeant au code de la route, la vitesse de l'engin est limitée à 50 km/h.

2\ L'arrêté Équipement du 18 novembre 1996 donne aux engins du service hivernal le droit d'utiliser le feu bleu à éclats des véhicules dont il faut faciliter la progression.

3\ Le statut particulier ne dispense pas le chauffeur de l'engin de service hivernal de l'application des règles de prudence.

équipements des engins (article R. 60)

Viabilité hivernale/Intervenant

Arrêté du 18 juillet 1985 relatif aux dispositifs antidérapants équipant les pneumatiques, intégré à l'article R. 60 du code de la route qui précise que les véhicules qui assurent le service hivernal sont autorisés à être équipés de pneus à crampons sans respect obligatoire des prescriptions techniques imposées aux poids lourds autorisés.

assistance à personne en danger

Viabilité hivernale/Intervenant

Réflexe civique dont le non respect, même en situation de réalisation d'une mission de service publique, est passible de poursuites pénales.


droit de retrait (article L. 231-8 du code du travail)

Viabilité hivernale/Intervenant

Droit octroyé aux personnels de ne pas assurer la mission commandée pour ne pas s'exposer à un danger grave et imminent pour leur vie ou leur santé.

Notes :

1. Le droit de retrait ne peut s'appliquer qu'en situation de travail.
2. Il peut s'appliquer même lors d'une réquisition préfectorale ou d'une demande d'intervention des forces de police ou de secours.
3. Ce droit impose à l'agent un devoir de prendre ou de faire prendre des mesures conservatoires pour empêcher les tiers d'accéder aux zones dangereuses.

 Décret n° 95-680 du 9 mai 1995 modifiant le décret n° 82-453 du 28 mai 1982 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail, ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique.

condition du remorquage

Viabilité hivernale/Intervenant

Opération d'exploitation de la route consistant à tracter des véhicules en difficulté sur la route pour les écarter du passage voire pour leur faire franchir la zone difficile.

Notes :

1. Cette opération devrait être réservée à des services patentés disposant de véhicules et d'équipements appropriés.
2. La couverture juridique des services d'exploitation en situation de remorquage est inexistante sauf en cas d'assistance à personne en danger.

astreinte

Viabilité hivernale/Intervenant

Disposition d'organisation destinée à disposer d'agents joignables et opérationnels immédiatement pour qu'ils puissent rejoindre dans les meilleurs délais le CIGT ou le CEI.

Notes :

1. L'astreinte est une obligation statutaire pour les agents d'exploitation
2. Elle peut être permanente ou modulable.

collaborateur occasionnel

Viabilité hivernale/Intervenant

Personne bénévole répondant aux critères suivants :

- elle participe à une véritable mission de service public, exécutée dans l'intérêt de la collectivité ;
- sa participation a été sollicitée ou tout au moins acceptée par l'administration (hormis le cas de la réquisition) ;
- elle participe effectivement au service et sous la direction d'autorités qualifiées ;
- elle n'est ni un usager du service (le Conseil d'État considère que ce critère n'est pas significatif si la contribution dépasse largement celle pouvant être attendue en contrepartie de l'avantage procuré par le service), ni un agent d'une autre administration mis à disposition.

Notes :

1. Comme le collaborateur occasionnel de l'administration agit bénévolement, le Conseil d'État considère que l'administration, qui tire un bénéfice de son concours, doit indemniser la personne en cas de préjudice subi lors de sa participation, à condition bien entendu qu'il n'y ait pas eu faute de sa part.
2. Dans le cas de dommages causés à des tiers, l'État peut couvrir la responsabilité civile (une telle couverture nécessitant un examen détaillé des conditions dans lesquelles le dommage s'est produit et ce notamment au regard des consignes données et du fonctionnement normal du service).

- **problématique**
- **droits et devoirs**
- **moyens d'action**

Page laissée blanche intentionnellement

- **moyens d'action :**
 - . matériaux
 - . matériels
 - . installations fixes
 - . moyens de suivi d'intervention

Page laissée blanche intentionnellement

matériau de service hivernal

Viabilité hivernale/Intervenant

Matériau d'origine naturelle ou chimique destiné à être épandu sur les routes pour participer aux objectifs du service hivernal.

Note :

Les matériaux se distinguent par leur nature : abrasif ou fondant routier. La combinaison de ces natures de matériaux est possible.

abrasif

Viabilité hivernale/Intervenant

Matériau de service hivernal ne disposant pas de pouvoir fondant, destiné à s'enclâsser à la surface d'une couche lisse de neige ou de verglas pour recréer une certaine texture superficielle favorisant l'adhérence.

Notes :

- 1\ Le moment choisi pour l'épandage est très important. Trop tôt avant le durcissement de la couche ils vont pénétrer en profondeur et n'apporteront pas de texture suffisante. Trop tard pendant le regel de la couche, ils ne pourront plus s'accrocher à elle et seront chassés par le trafic.
- 2\ La forme des abrasifs joue un rôle dans son accrochage à la couche traitée et dans son efficacité.
- 3\ Des abrasifs de couleur foncée augmentent l'apport d'énergie dans la couche traitée par rayonnement solaire et favorisent ainsi la fusion de cette couche.

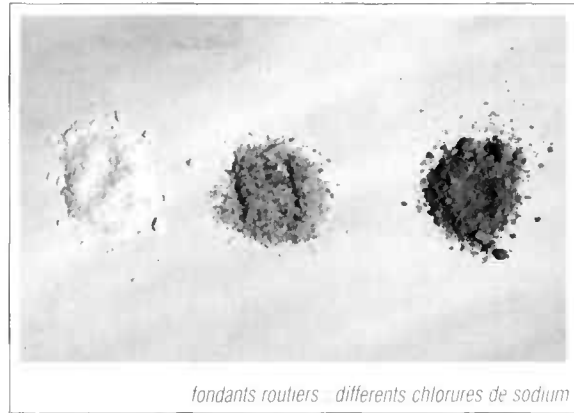
fondant routier

Viabilité hivernale/Intervenant

Matériau de service hivernal destiné à assurer la fusion de la glace ou à favoriser l'élimination de la neige.

Notes :

- 1\ Les principales natures de fondants sont :
 - les fondants chlorurés qui sont corrosifs (chlorure de sodium [NaCl], chlorure de calcium [CaCl²], chlorure de magnésium [MgCl²], chlorure de potassium [KCl]) ;
 - les fondants non ioniques qui sont non corrosifs (dérivés de l'alcool méthanol, éthanol, éthylène glycol, urée, etc.).
- 2\ Le mélange de ces natures de fondants est délicat.
- 3\ Les fondants routiers se présentent sous forme solide ou liquide (pure, diluée ou dissoute).
- 4\ La combinaison de ces formes est possible mais peut-être délicate.



fondants routiers - différents chlorures de sodium

limite d'efficacité d'un fondant routier

Viabilité hivernale/Intervenant

Seuil effectif de réussite de l'action de fusion de la glace ou de la neige d'un fondant routier, exprimé en paramètres météorologiques ou en paramètres routiers.

Notes :

- 1\ Il n'y a pas de seuil absolu par nature de fondants.
- 2\ Ce seuil varie en fonction de la forme, de la nature du fondant, de l'importance et du type du phénomène à traiter.
- 3\ Le processus de fonctionnement d'un fondant solide met en évidence deux limites d'efficacité :
 - 1^{ère} limite : capacité d'hydratation du fondant solide car le fondant n'est efficace qu'une fois passé en solution.
 - 2^{ème} limite : capacité de résistance de la solution produite à la dilution par l'eau de fonte et au refroidissement par consommation de chaleur latente.
- 4\ Pour le chlorure de sodium ces limites sont :
 - pour la première, liée à l'humidité de l'air ($U > 75\%$) ou à la présence d'eau liquide dans le phénomène combattu (absence d'eau liquide dans la glace vive, l'eau surfondue congelée et la neige sèche) ;
 - pour la deuxième, liée à la température de l'air (limite admise classiquement -10 à -12 °C) et à l'épaisseur de la couche traitée (importance du raclage avant l'épandage sur la neige).
- 5\ Un fondant liquide n'est concerné que par la 2^{ème} limite d'efficacité.

fondant solide

Viabilité hivernale/Intervenant

Fondant routier fourni et utilisé sous forme d'éléments solides, de petites dimensions pour être étendu sans danger sur une chaussée.

Notes :

- 1\ Une norme (NF P 98-180) définit les caracté-

ristiques du chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier.

Elle définit :

- trois classes granulométriques : fin, moyen, gros ;
- quatre classes de teneur en eau : extra sec, sec, semi-humide, humide ;
- deux classes de pureté : A (teneur en chlorure 98 %) et B (teneur en chlorure 88 %).

Elle fixe des caractéristiques particulières en matière de traitement antimottant et de teneur en sulfates solubles.

2) Les éléments du chlorure de sodium sont appelés "grains".

Les éléments du chlorure de calcium ou du chlorure de magnésium sont appelés "paillettes".

fondant liquide

Viabilité hivernale/Intervenant

Fondant routier utilisé sous forme liquide pur ou dilué ou bien de dissolution d'un produit solide.

Notes :

- 1) La saumure est de l'eau plus ou moins concentrée en sel obtenue par dissolution d'un fondant chlorure.
- 2) Le titre massique de la saumure est le quotient de la masse de fondant chlorure dissous par la masse de saumure (unité %).



bouillie de sel

Viabilité hivernale/Intervenant

Combinaison de chlorure de sodium solide et de solution chlorurée.

Notes :

- 1) L'épandage des deux matériaux est simultané (même épandeuse solide-liquide ou dite "à

bouillie de sel" dont il importe de définir les capacités par rapport aux taux de mouillage recherché ou successif (épandeuse liquide suivie d'une épandeuse solide).

2) Cette technique conjugue les avantages des deux formes de fondants :

- la saumure attaque immédiatement la couche de glace ou de neige ;
- au fur et à mesure de la dilution de la saumure, le sel en grains fond, maintenant une concentration suffisante de la saumure et prolongeant ainsi son efficacité ;
- du fait de l'apport liquide, la 1^{re} limite d'efficacité est repoussée jusqu'à des températures ambiantes voisines de -10/-12 °C.

3) La présence de saumure améliore l'adhérence du sel en grains sur la surface de chaussée et limite son évacuation par le trafic. On pourra donc réduire le dosage de sel en grains et diminuer ainsi le coût du salage à efficacité égale.

4) Le dosage respectif de la saumure et du sel sec doit correspondre à la nature du phénomène à traiter. Ainsi :

- on utilisera le sel en grains sans saumure si de l'eau est présente sur la chaussée (neige mouillée par exemple) ;
- on ajoutera 30 % de saumure (voire plus) au sel sec pour assurer une intervention précurative sur une route sèche.

Entre ces deux extrémités, il suffit de limiter à deux valeurs le choix des taux de mouillage en les déterminant préalablement par des essais successifs pour prendre en compte le climat du secteur, sa géographie, la nature des intempéries généralement constatées, le niveau de service attendu ...

La bouillie de sel - Guide technique de janvier 1991 édité par le SETRA (E9064)

réemploi de produits

Viabilité hivernale/Intervenant

Utilisation en service hivernal de sous-produits issus de processus industriels.

Notes :

- 1) La valorisation de tels sous-produits dans le domaine routier nécessite de vérifier leur innocuité pour la sécurité routière, l'environnement et la santé publique. En outre leurs performances et leur utilisation peuvent être très différentes des fondants habituels.
- 2) Demander l'avis au réseau technique sur la procédure à suivre.

- moyens d'action :

- . matériaux
- . **matériels**
- . installations fixes
- . moyens de suivi d'intervention

Page laissée blanche intentionnellement

engin de service hivernal

Viabilité hivernale/Intervenant


Véhicule poids lourd ou tracteur agricole équipé d'un ou plusieurs outils destinés à réaliser une intervention de service hivernal.

Notes :

1\ Selon l'opération à réaliser, l'engin comporte un ou plusieurs outils d'épandage et de raclage. En général un porteur est équipé d'un seul outil d'évacuation.

2\ Un engin de service hivernal doit disposer des éléments nécessaires à la sécurité des usagers et des agents lors du travail sous circulation, à savoir la signalisation.

3\ Le porteur doit disposer d'un équipement pneumatique lui assurant la mobilité sur les routes qu'il doit emprunter.

 Code de la route - Article R. 231-1 - Décret du 18-11-1996.



engin de service hivernal


signalisation


Viabilité hivernale/Intervenant

Éléments de sécurité destinés à assurer l'identification et le balisage des engins du service hivernal.

Note :

Ces dispositifs devront être conformes à la réglementation.

 Norme NF P 98-795 (en cours de préparation) - Unités d'intervention du service hivernal - Avertissement, balisage et éclairage - Caractéristiques et spécifications.

 Décret n° 96-1001 du 18 novembre 1996 relatif aux engins de service hivernal et modifiant le code de la route.

porteur

Viabilité hivernale/Intervenant

Véhicule automoteur destiné à être équipé d'un ou plusieurs outils du service hivernal.

Notes :

1\ Trois caractéristiques peuvent s'appliquer aux porteurs :

- le poids total autorisé en charge (PTAC) ;
- la **configuration des essieux**, exemple : 6x4/2 indiquant six roues porteuses, quatre roues motrices et deux roues directrices ;
- la **spécialisation** :

- porteur polyvalent :

véhicule automoteur à usage non réservé au service hivernal, mais disposant de spécifications techniques particulières lui permettant de recevoir des outils de service hivernal et d'assurer les interventions correspondantes.


- porteur spécialisé :


véhicule automoteur à usage réservé au service hivernal en raison de spécifications techniques exclusives (notamment en matière de motricité, de directivité : en général véhicule 4x4/4) et de la complexité de montage ou démontage des outils.


2\ Le fonctionnement des outils de service hivernal implique :


- la plaque de base conforme à la norme NF P 98-790 qui est la plaque de fixation nécessaire au montage des outils de raclage et d'évacuation. Lorsque l'outil pèse moins de 600 kg, on peut utiliser une version allégée qui est la plaque de base légère conforme à la norme NF P 98-796 ;
- le dispositif hydraulique d'entraînement conforme à la norme NF P 98-791 ;
- l'ergonomie des commandes en cabine conforme à la norme NF P 98-792.


3\ L'adaptation du porteur aux conditions hivernales locales nécessite certains équipements et accessoires particuliers.

 Norme NF P 98-790 de mai 1993 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Plaque de base - Caractéristiques.

 Norme NF P 98-791 de février 1994 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Dispositif hydraulique d'entraînement adapté sur les véhicules porteurs de saieuses et lames de déneigement - Caractéristiques et spécifications.

 Norme NF P 98-792 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Position des commandes en cabine - Caractéristiques et spécifications.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.

 Norme NF P 98-796 de décembre 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Plaque de base légère - Caractéristiques.



outil de service hivernal

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil mécanique destiné à équiper un porteur pour assurer une opération du service hivernal.

Note :

- Il existe trois types d'outil :
 - outil d'épandage (épandeuse) ;
 - outil de raclage ;
 - outil d'évacuation (évacuateur).

épandeuse

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil destiné à assurer l'opération d'épandage des matériaux de service hivernal.

Notes :

1) Caractérisation de la position de l'épandeuse dans l'engin :

- **tractée** :

épandeuse dont le poids est supporté par des roues montées sous l'outil. L'engin dispose ainsi d'un essieu porteur supplémentaire.

- **accrochée** :

épandeuse dont le poids est supporté par le porteur mais dont le centre de gravité est situé à l'extérieur de la base de sustentation de l'engin.

- **portée** :

épandeuse dont le poids est supporté par le porteur mais dont le centre de gravité est situé à l'intérieur de la base de sustentation de l'engin.

2) Caractérisation en fonction des matériaux épandus :

la classe basée sur la forme des matériaux et qui s'indique par deux termes, **solide** ou **liquide**, avec dans le cas de combinaison de matériaux l'utilisation d'une combinaison de

ces deux termes (par exemple une épandeuse double : solide + liquide).

3) Caractérisation des épanduses sur trois aspects du type de réglage :

- La position du réglage :

une **épandeuse automatique** dispose des commandes de réglage des paramètres d'épandage à l'intérieur de la cabine ;

une **épandeuse non automatique** dispose des commandes de réglage des paramètres d'épandage sur l'outil lui-même.

- L'asservissement à la vitesse de déplacement de l'engin :

une **épandeuse asservie** est munie d'un dispositif automatique d'ajustement du débit d'extraction en fonction de la vitesse.

Une épandeuse peut être non automatique et asservie (épandeuse tractée entraînée par les roues par exemple), ou automatique non asservie (régulation manuelle du débit lors des variations de vitesse).

- La programmation des réglages :

une **épandeuse programmable** est une épandeuse automatique asservie qui peut enregistrer les paramètres variables (largeur, dosage) en fonction de la distance au point de départ.

4) Le terme "épandeuse" est utilisé dans le domaine du service hivernal, tandis que le terme "répandeuse" est utilisé dans le domaine de la construction et de l'entretien des chaussées.

Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal



outil de raclage

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de service hivernal destiné à assurer l'opération raclage.

Notes :

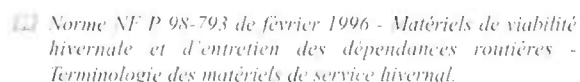
1\ Un outil de raclage se décompose de la façon suivante :

- une **contre-plaque** qui s'adapte à la plaque de base ;
- un **châssis** ;
- le **corps de lame** assurant le déplacement latéral de la neige ;
- la **lame d'usure** : partie interchangeable assurant le décollement, d'un outil de raclage, ou d'un évacuateur, qui est en contact avec la surface raclée. On indique généralement soit le matériau dont elle est constituée (acier, caoutchouc, plastique, etc.), soit sa dureté (douce, demi-dure, dure).

2\ Les types d'outils de raclage sont :

- la lame biaise ;
- le rabot déneigeur ;
- l'aileron qui peut être élargisseur ou écrêteur ;
- l'étrave qui peut être fixe ou transformable ;
- la balayeuse ;
- la déglaceuse ;
- la balayeuse.

3\ Le terme "racleur" n'est pas usité.



lame biaise

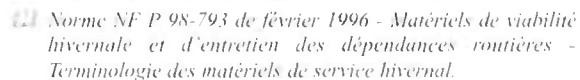
Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de raclage frontal à corps de lame galbé, de poids et de dimensions très variables avec des dispositifs de sécurité sur la lame d'usure ou/et sur le corps de lame.

Note :

Les principales caractéristiques des lames biaises sont les suivantes :

- l'angle d'orientation est réglable ;
- l'angle d'attaque est généralement positif ;
- la neige est déposée d'un seul côté en fonction de son orientation ;
- le corps de lame peut-être constitué d'un ou plusieurs panneaux ;
- lorsque les hauteurs de neige sont trop importantes, la lame biaise transmet au porteur des efforts latéraux tels que le porteur ne peut garder une trajectoire droite.



rabot déneigeur

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de raclage frontal dont le monocorps, assure à la fois le raclage et le déplacement.

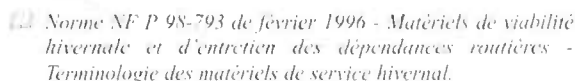
Notes :

1\ Son angle d'attaque au repos est négatif (entre 0° et -15°).

2\ La neige est déposée d'un seul côté en fonction de son orientation.

3\ Son angle d'attaque et la flexibilité de sa lame d'usure le rendent très efficace pour décoller la neige mouillée ou la boue, mais néfaste pour les autres types de neige qu'il lisse, compacte et rend glissantes.

4\ Sa faible hauteur et sa légèreté le rend inopérant pour racler plus de dix centimètres de neige.





rabot déneigeur

aileron

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de raclage latéral.

Note :

On distingue deux types d'ailerons.

- Aileron élargisseur :

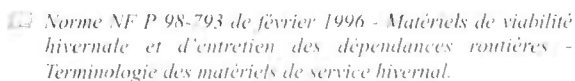
aileron agissant au niveau de la chaussée utilisé :

- soit pour dégager une surface plus importante de la chaussée ;
- soit pour repousser le bourrelet vers l'extérieur de la plate-forme et ainsi libérer un espace qui rend possible le raclage d'une nouvelle couche de neige.

- Aileron écrêteur :

aileron permettant le déplacement latéral de la partie supérieure d'un bourrelet vers l'extérieur de la plate-forme de la route.

Son passage libère un espace qui rend possible le raclage d'une nouvelle couche de neige.





étrave

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de raclage à deux lames galbées présentant la forme (Λ), d'angle d'inclinaison fortement positif qui déplace la neige des deux cotés de l'outil.

Note :

Contrairement à une lame biaisée une étrave en position (Λ), ne transmet pas d'efforts latéraux au porteur et permet donc de déplacer latéralement des épaisseurs importantes de neige. Cette caractéristique est particulièrement intéressante dans les congères.

Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal



étrave transformable

Viabilité hivernale/Intervenant

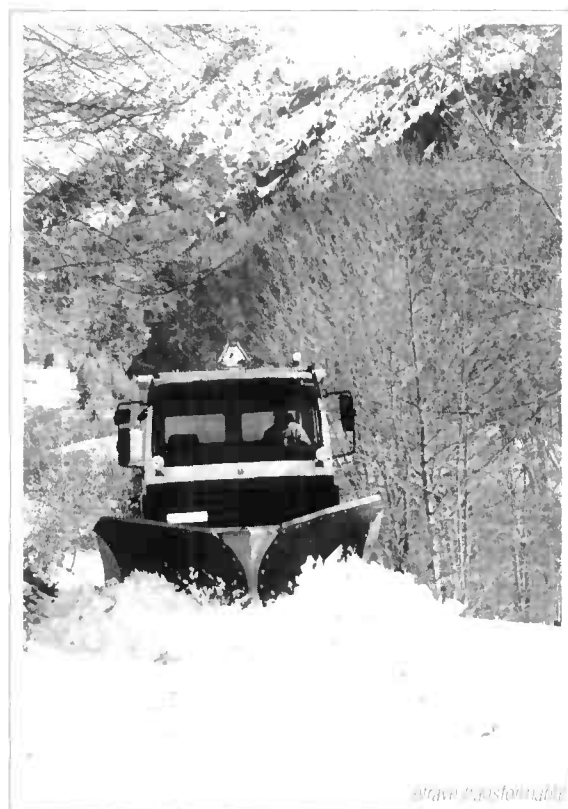
Étrave présentant deux parties orientables vis-à-vis d'un axe central vertical dans différentes positions : étrave (Λ), biaisée à droite (∩), biaisée à gauche (∪), bull (--), étrave inversée (∨).

Note :

En position "bull" ou inversée, il n'y a pas de déplacement latéral.

Moyens d'action

Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal



déglaceuse

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de raclage de la glace dont la lame d'usure est pleine et qui permet de déplacer latéralement la glace.

Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal

scarificateur

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de décollement de la glace équipé d'une lame d'usure à dents située entre les deux essieux d'un engin.

Note :

Ce n'est pas un outil de raclage car la fonction déplacement latéral n'est pas assurée.

balayeuse


Viabilité hivernale/Intervenant

Outil de raclage équipé d'un balai à brosse rotative (axe de rotation parallèle à la chaussée et présentant un angle de 0° à 30° à droite ou à gauche par rapport à l'axe d'avancement du porteur destiné à "balayer" la neige.

Notes :

1\ Il existe des balais de type "pleins" dont la vitesse de rotation est asservie à l'avancement du porteur en fonction de l'épaisseur de la neige et des balais de type "ajouré" à la vitesse de travail limitée.

2\ La balayeuse est particulièrement adaptée aux neiges sèches.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.



balayeuse

évacuateur

Viabilité hivernale/Intervenant

Outil du service hivernal destiné à assurer la fonction évacuation de la neige accumulé sur la chaussée ou ses abords.

Notes :

1\ Il existe deux types d'évacuateur :

- **évacuateur rotatif** : évacuateur équipé d'un ou plusieurs organes rotatifs.

Trois termes distinguent le type d'organes rotatifs :

⇒ vis sans fin ;

⇒ roue à aubes : organe rotatif dont l'axe a un diamètre largement inférieur à la dimension des aubes et est parallèle à l'axe longitudinal du porteur ;


⇒ tambour à aubes : organe rotatif dont l'axe a un diamètre supérieur à la taille des aubes, horizontal et perpendiculaire à l'axe longitudinal du porteur.

- **évacuateur statique** : évacuateur ne possédant pas d'organe rotatif.

Exemple :

Une chargeuse utilisée pour évacuer la neige est considérée comme un évacuateur statique.

2\ La position d'un évacuateur est frontale ou latérale.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.

turbine

Viabilité hivernale/Intervenant

Évacuateur rotatif dont l'organe rotatif est une roue à aubes.

Note :

Trois termes distinguent le type de turbines :

- **turbine latérale** :


turbine dont l'axe de la roue à aubes est décalé par rapport à l'axe longitudinal du porteur ;

- **turbine frontale** :

turbine dont l'axe de la roue à aubes est dans l'axe du porteur ; une turbine frontale peut être équipée de deux vis sans fin placées verticalement qui encadrent la roue à aubes ;

- **double turbine** :

turbine équipée de deux roues à aubes symétriques par rapport à l'axe du porteur.

 Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.



turbine latérale



turbine frontale

fraise

Viabilité hivernale/Intervenant

Évacuateur rotatif dont l'organe rotatif est un tambour à aubes.

Note :

Trois termes distinguent le type de fraises :

- fraise latérale :

fraise dont le centre de gravité du tambour à aubes est décalé par rapport à l'axe du porteur ;

- fraise frontale :

fraise dont le centre de gravité du tambour à aubes est situé dans l'axe du porteur ;

- turbo fraise :

fraise frontale à laquelle est ajoutée à l'arrière du tambour à aubes, une roue à aubes chargée d'assurer l'éjection de la neige.

Norme NF P 98-793 de février 1996 - Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Terminologie des matériels de service hivernal.



fraise frontale

- moyens d'action :

- . matériaux
- . matériels
- . installations fixes
- . moyens de suivi d'intervention

Page laissée blanche intentionnellement

centre d'entretien et d'intervention

Viabilité hivernale/Intervenant

Unité chargée des tâches opérationnelles de maintien de la viabilité, de la mise en place sur le terrain des mesures de gestion du trafic, et de l'information des centres d'ingénierie et de gestion du trafic.

Note :

Ils sont généralement implantés dans les subdivisions territoriales, subdivisions spécialisées ou districts autoroutiers.



centre d'entretien et d'intervention

stockage des matériels

Viabilité hivernale/Intervenant

Lieu de stationnement et de remise des porteurs et des outils du service hivernal.

Notes :

- 1\ Dans les régions à climat rigoureux et très rigoureux, il est souhaitable de stationner le matériel sous abri, voire dans des locaux fermés.
- 2\ Des dispositifs particuliers peuvent être nécessaires pour assurer le démarrage nocturne par grand froid.
- 3\ Le dimensionnement des abris doit tenir compte du gabarit particulier des engins du service hivernal.
- 4\ Il est déconseillé de parquer les épanduses solides chargées sauf en abri fermé et réchauffé.

stockage des fondants solides

Viabilité hivernale/Intervenant

Lieu d'entreposage et de chargement final des fondants solides.

Notes :


- 1\ La configuration de ce lieu est variable en fonction du mode de stockage (en sacs de 50 kg, en sacs de grande contenance, en vrac à l'air

libre, en vrac sous bâche, sous abri, en silo vertical).

2\ Le dimensionnement du stock doit tenir compte de la consommation continue maximale et des possibilités de réapprovisionnement.

3\ L'optimisation de la reprise et du chargement permet de gagner de précieuses minutes lors du démarrage ou du rechargement des épanduses. Elle doit prendre en compte une bonne circulation du chargeur et des engins dans le périmètre de chargement.

4\ Dans le grand sud-ouest une société propose une livraison : stockage par containers de 15 ou 24 m³ destinés aux engrais l'été. Ce système très souple procure de nombreux avantages.

 Guide technique SETRA : "Le stockage des fondants pour la viabilité hivernale" - Novembre 1992 (E 9163).



stockage et chargement de fondants solides


stockage des fondants liquides

Viabilité hivernale/Intervenant

Lieu de fabrication éventuelle, d'entreposage et de chargement final des fondants liquides.

Notes :

- 1\ Un premier choix est nécessaire entre le seul stockage et la fabrication sur place.
- 2\ Le dimensionnement du stockage doit tenir compte de la consommation continue maximale (et de la vitesse de fabrication ou de réapprovisionnement).
- 3\ L'implantation du stockage peut être enterrée ou aérienne.
- 4\ Des mini centrales sont proposées par un certain nombre de fournisseurs. Elles permettent d'introduire la bouillie de sel dans un petit centre d'entretien et d'intervention pour un coût modéré. Elles prennent peu de place et le cas échéant, peuvent être déplacées.

 Guide technique SETRA : "Le stockage des fondants pour la viabilité hivernale" - Novembre 1992 (E 9163).

Page laissée blanche intentionnellement

- moyens d'action :

- . matériaux
- . matériels
- . installations fixes
- . moyens de suivi d'intervention

Page laissée blanche intentionnellement

fiche d'intervention

Viabilité hivernale/Intervenant

Document simplifié rempli par l'intervenant destiné à décrire les paramètres de l'intervention (liste à faire) et les observations particulières.

CORAIL+

Viabilité hivernale/Intervenant

Logiciel informatique utilisé par le ministère chargé de l'Équipement qui enregistre les différentes prestations réalisées en DDE, afin d'assurer un meilleur suivi de l'activité

Note :

Depuis 1991, CORAIL+ remplace progressivement CORAIL qui était limité aux seuls travaux en régie directe.

Page laissée blanche intentionnellement



Viabilité hivernale petit cours de physique

Mieux comprendre pour mieux agir

Page laissée blanche intentionnellement

- paramètres et phénomènes météorologiques
- paramètres et phénomènes routiers

Page laissée blanche intentionnellement

Paramètres et Phénomènes météorologiques

| | |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 1 L'atmosphère | 175 |
| La définition | 175 |
| La composition | 175 |
| 2 La pression atmosphérique | 176 |
| La définition | 176 |
| Les variations de la pression dans le plan vertical | 176 |
| Les variations de la pression dans le plan horizontal | 176 |
| 3 La température | 178 |
| Qu'est-ce que la température ? | 178 |
| L'énergie | 179 |
| Les échanges de chaleur | 179 |
| Le rayonnement | 179 |
| La conduction | 182 |
| La convection | 183 |
| 4 L'eau dans l'atmosphère | 184 |
| L'eau dans tous ses états | 184 |
| Les changements d'état de l'eau | 184 |
| La vapeur d'eau | 186 |
| L'humidité relative de l'air | 186 |
| La température du point de rosée | 186 |
| La condensation | 187 |
| 5 Les précipitations | 189 |
| La formation des précipitations | 189 |
| Les caractéristiques des précipitations | 191 |
| La nature des précipitations | 192 |

Page laissée blanche intentionnellement

1 L'atmosphère

La définition

L'atmosphère est l'enveloppe gazeuse qui entoure la terre jusqu'à une altitude de l'ordre de 130 kilomètres. Cette enveloppe est extrêmement mince au regard du rayon terrestre, 99 % de la masse de l'atmosphère se répartit entre 0 et 30 km d'altitude. Mais cette masse décroît avec l'altitude puisque déjà 50 % de cette masse se situe entre 0 et 5,5 km.

La majorité des phénomènes météorologiques se produisent dans les dix premiers kilomètres (appelés la troposphère).

La composition

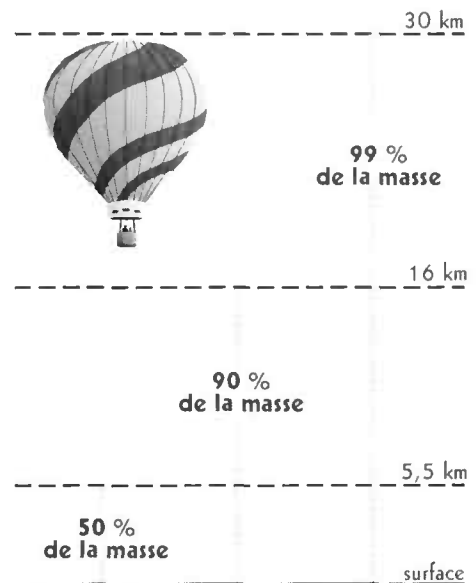
L'air atmosphérique est un mélange d'air sec, de vapeur d'eau et d'impuretés diverses.

L'air sec contient de l'azote (78 %), de l'oxygène (21 %), de l'argon (moins de 1 %) et quelques autres gaz rares comme l'ozone dont la proportion augmente entre 15 et 45 kilomètres d'altitude.

L'atmosphère contient également de la vapeur d'eau en provenance de la surface du globe par évaporation de l'eau, sublimation de la glace et évapotranspiration des végétaux.

L'atmosphère contient enfin des impuretés d'origines très variées (débris végétaux ou minéraux, rejets industriels, sel de mer, etc.), qui servent de noyaux à la condensation atmosphérique.

L'air atmosphérique protège la terre contre un excès de rayonnement solaire et arrête les rayons dangereux. Sans atmosphère, la terre aurait une température semblable à celle de la lune (100 °C au milieu de la journée, - 150 °C la nuit).



2 La pression atmosphérique

La définition

La pression atmosphérique ou pression exercée par l'atmosphère est la valeur du poids de la colonne d'air s'étendant entre la surface d'une section de base et la limite supérieure de l'atmosphère.

Les pressions s'expriment en pascal, l'unité de pression du système international.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ newton par m}^2$$

En météorologie, on utilise l'hecto-pascal appelé auparavant le millibar (mb).

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$$

La pression moyenne est de **1 013 hPa** au niveau de la mer, à une latitude de 45° et à une température de 0 °C.

Les variations de la pression dans le plan vertical

Plus on s'élève, moins la colonne d'air située au-dessus pèse sur la mesure de la pression. La pression diminue donc avec l'altitude. De plus elle diminue d'une manière non linéaire dans la mesure où l'air est un fluide compressible (dans l'eau non compressible, la variation de la pression est proportionnelle à la colonne d'eau).

| Altitude | Pressions standard |
|----------|--------------------|
| 5 500 m | 500 hPa |
| 3 000 m | 700 hPa |
| 1 500 m | 850 hPa |
| 0 m | 1 013 hPa |

Les variations de la pression dans le plan horizontal

L'atmosphère est constamment en mouvement sous l'effet d'un certain nombre de déséquilibres thermiques créés essentiellement par le rayonnement (différence entre les pôles et l'équateur, entre les océans et les continents, entre la terre et les surfaces d'eau, entre différentes surfaces terrestres, avec l'altitude, etc.). Elle cherche continuellement à rétablir ces déséquilibres par des mouvements d'air à la fois verticaux et horizontaux.

Ces mouvements sont modélisés par les météorologues qui peuvent ainsi, à partir des valeurs des paramètres fondamentaux de l'atmosphère à un instant donné, prévoir son évolution ultérieure.

Essentiellement en fonction de son gradient vertical de température, la pression varie autour de la moyenne. L'air chaud plus léger s'élève, inversement l'air froid plus lourd s'affaisse au voisinage du sol.

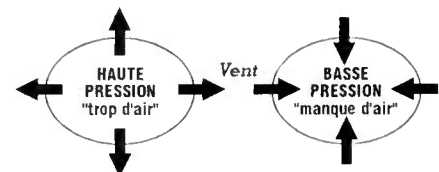
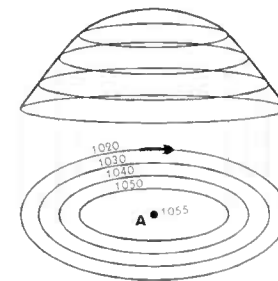
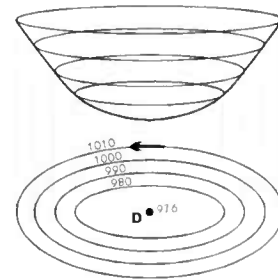
Au sol (à 0 m, 45° de latitude et 0 °C). si la pression est inférieure à 1 013 hPa on parle de **basse pression**, si elle est supérieure de **haute pression**.

De l'air chaud et humide donne une zone de basse pression appelée **une dépression (D)**. De l'air froid donne une zone de haute pression appelée un **anticyclone (A)**. Plus on se rapproche du centre de la dépression, plus la pression diminue et inversement pour l'anticyclone.

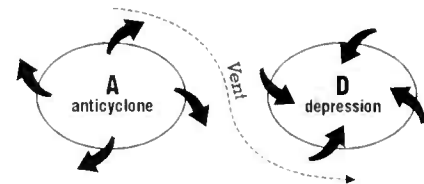
*On représente les champs de pression dans un plan horizontal (le niveau de la mer le plus couramment) par les lignes d'égalité de pression appelées **isobares**. Ces lignes forment des surfaces concentriques autour du centre de la dépression ou de l'anticyclone.*

La répartition de la pression dans les différents plans horizontaux est une donnée fondamentale pour la prévision puisqu'elle induit les écoulements de l'air en altitude et au sol, donc le vent tel qu'il est perçu par un observateur terrestre.

Dans l'hémisphère Nord, l'air tourne autour du centre des anticyclones dans le sens des aiguilles d'une montre et autour du centre des dépressions dans le sens inverse. Il a tendance à s'écouler des zones de haute pression vers les zones de basse pression, comblant ainsi l'écart de pression qui existe entre les deux masses d'air. Mais d'autres déséquilibres thermiques recréent ces différences ailleurs au même moment, rendant ce processus perpétuel. C'est le moteur de nos climats, de nos saisons, des variations du temps au jour le jour !



comme la terre tourne :
cela devient pour l'hémisphère Nord



3 La température

Qu'est-ce que la température ?

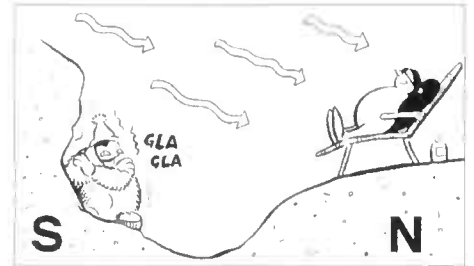
La température est une notion très complexe qui traduit la vitesse moyenne des molécules gazeuses ou l'agitation des molécules solides qui composent un corps physique.

Le système international d'unités (SI) utilise l'échelle de Celsius. Cette échelle est définie à partir de deux températures caractéristiques de l'eau : celle de la glace fondante (associée à la graduation $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) et celle de l'eau bouillante sous pression atmosphérique moyenne (associée à la graduation $100\text{ }^{\circ}\text{C}$). La température minimale absolue est de $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La notion de température est avant tout fondée sur les sensations relatives de chaud et de froid ressenties par le corps humain. Mais il faut savoir que ces sensations dépendent de certains facteurs non directement liés à la température de l'air. Se sécher au vent procure une sensation de froid, le vent augmente la sensation de froid, l'exposition au soleil augmente la sensation de chaleur.

Comment se mesure la température de l'air ? La température de l'air est une valeur définie par sa mesure ou plutôt par la mesure de la température d'un corps physique plongé dans l'air.

Dans l'atmosphère, la variation normale de température est une baisse de $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ par 100 m d'altitude.



L'énergie

Dans le système international, l'unité de quantité de chaleur est le **joule**.

Il est défini comme le travail produit par une force d'un newton dont le point d'application se déplace d'un mètre dans la direction de la force (une calorie = 4,186 joules).

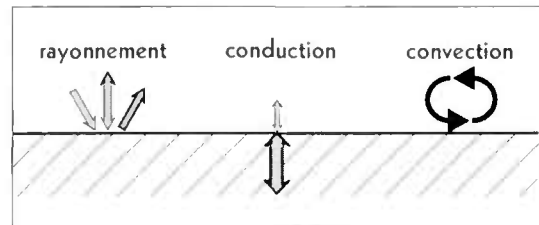
Nota : officiellement, la calorie a disparu depuis 1978, c'est une ancienne unité de quantité de chaleur. Elle correspond à la quantité de chaleur qu'il faut apporter à un gramme d'eau liquide pour élever sa température de 15 à 16 °C sous une pression de 1 013 hPa.

Dans le système international, la puissance d'un système énergétique est exprimée en watt (W). Elle correspond au transfert d'un joule pendant une seconde ($1 \text{ W} = 1 \text{ J.s}^{-1}$).

Un wattheure (Wh) est le **travail** effectué pendant une heure par une machine dont la puissance est de un watt ($1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$).

Les échanges de chaleur

Entre deux corps à température différente s'établit automatiquement un écoulement de chaleur mettant en jeu les processus physiques suivants : le rayonnement, la conduction, la convection. Les échanges de chaleur tendent à égaliser les différences de température entre les deux corps. En outre, les changements d'état d'un corps physique consomment (ou libèrent) de l'énergie. (cf. 4, page 184).



Le rayonnement

Le rayonnement est le mode de transfert d'énergie par émission d'ondes électromagnétiques du corps le plus chaud et réception par le corps le plus froid.

Cet échange d'énergie s'effectue sans qu'aucun contact ne soit nécessaire (le soleil chauffe la terre à travers le vide sidéral).

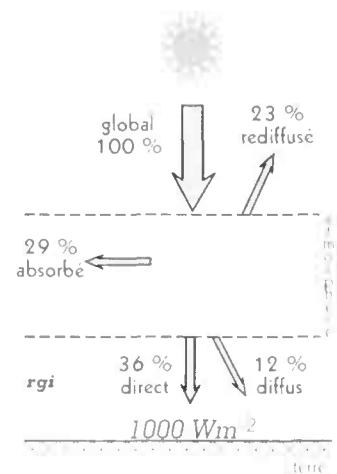
Tout corps soumis à un rayonnement électromagnétique (un objet au soleil par exemple) en absorbe une partie et en réfléchit le reste. Le corps qui absorbe toute l'énergie électromagnétique reçue est appelé **corps noir**. La partie absorbée est transformée en une autre forme d'énergie (électrique, chimique ou thermique pour une chaussée).

Nous ne tiendrons pas compte des problèmes spécifiques très complexes posés par les longueurs d'onde des rayonnements considérés sauf à distinguer deux types de rayonnement :

- le rayonnement solaire en provenance du soleil le jour ;
- le rayonnement terrestre, dit de grande longueur d'onde ou rayonnement thermique, émis par tous les corps terrestres.

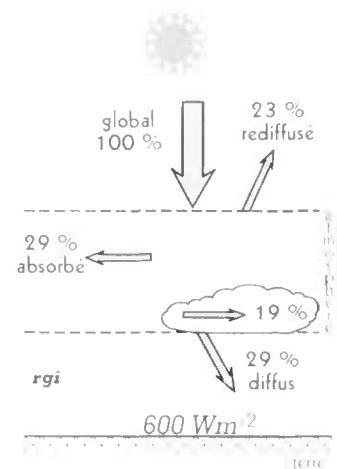
Le rayonnement solaire

Après filtrage par l'atmosphère, les longueurs d'onde énergétiquement significatives sont situées entre 0,3 et 4 µm et comprennent les longueurs d'onde visibles entre 0,4 et 0,8 µm. Émis par le soleil à une température d'environ 5 500 °C, le rayonnement solaire traverse l'atmosphère, qui l'absorbe en partie (29 % en s'échauffant), en partie le rediffuse vers l'espace (23 %) et vers le sol sous forme de rayonnement diffus et en partie le transmet (arrive au sol directement en provenance du disque solaire).



Par temps clair, le rayonnement global incident représente 48 % du rayonnement global (de l'ordre de 1000 W.m⁻²) et un quart de ce rayonnement est diffusé par le ciel.

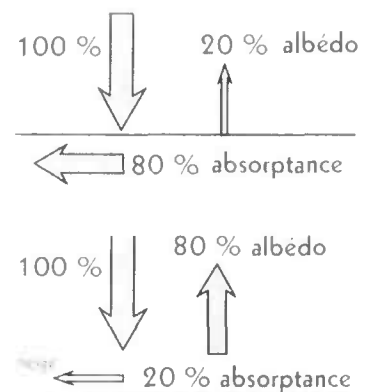
Par ciel très nuageux, il n'y a pas de rayonnement direct, 19 % du rayonnement est absorbé par les nuages et 29 % du rayonnement atteint le sol sous forme diffuse (de l'ordre de 600 W.m⁻²).



Le rayonnement solaire diffus et direct est appelé **rayonnement global incident** arrivant au sol.

Soumis au rayonnement solaire, la surface d'un corps solide quelconque réfléchit ou diffuse une partie de ce rayonnement incident : la proportion correspondante est désignée sous le terme d'**albédo**. La fraction du rayonnement incident absorbé est appelée **absorptance**.

Les corps transparents, gazeux (air), liquides (eau) ou solides (verre), transmettent la plus grande partie du rayonnement incident et n'en absorbent ou diffusent que quelques pour cent. Ils s'échauffent peu sous l'effet du rayonnement solaire.



Le rayonnement terrestre

Il est émis naturellement par tous les corps de notre planète, y compris l'atmosphère, aux températures que l'on rencontre normalement, et ses longueurs d'onde sont comprises entre 5 et 100 µm ; c'est un rayonnement infrarouge.

La surface d'un corps quelconque reçoit et absorbe ce rayonnement, de plus grandes longueurs d'onde que le soleil, provenant de tous les corps environnants. La surface de ce corps émet elle-même un rayonnement terrestre qui est fonction de sa température et de son **émissivité**.

Cette émissivité est en grande partie dictée par la nature et l'état de la surface du corps : par exemple ; elle tend vers l'unité (corps noir idéal), lorsque les irrégularités microscopiques facilitent cette émission propre, naturelle et inévitable ; par contre les métaux finement polis ne présentant pas d'irrégularités de surface, leur émissivité est alors réduite, alors que l'eau ou n'importe quelle surface humide provoque une émission de rayonnement terrestre très voisine de celle du corps noir.

La puissance rayonnée par un corps est fournie par la formule de Stefan-Boltzmann :

$$E = \epsilon \times \sigma (T_s + 273)^4$$

où

$$\sigma = 5,67.10^{-8}$$

et T_s est exprimée en °C.

Quelques émissivités

| Matériaux | ϵ |
|----------------|-------------|
| glace | 0,97 |
| eau | 0,96 |
| neige fraîche | 0,95 |
| route revêtue | 0,95 à 0,88 |
| neige ancienne | 0,85 |
| béton | 0,88 à 0,71 |

La conduction

La conduction est le mode de transfert de l'énergie dans un corps solide.

Deux sortes de conduction sont à considérer :

- la conduction moléculaire gazeuse qui se produit entre la surface du corps et l'air, au sein de la très fine couche limite (de l'ordre d'un dixième de millimètre) d'air immobile, presque collée à la surface, qui joue un rôle d'écran à la transmission de chaleur entre le corps et l'air environnant. Plus un revêtement est grenu, plus cet écran joue son rôle. L'exemple le plus frappant est bien sûr le béton bitumineux drainant qui tend à immobiliser une couche d'air de plusieurs millimètres ;
- la conduction solide qui permet à la chaleur de se propager au sein du volume situé sous la surface du corps, cet échange se faisant sans mouvements moléculaires significatifs.

La **conductivité thermique** d'un corps est la propriété physique qui caractérise la quantité d'énergie qui traverse en une heure un cube d'un mètre de côté dont deux faces apposées ont une différence de température de 1 °C (unité de la conductivité thermique λ : $W.m^{-1}.K^{-1}$)

La **chaleur massique** d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 °C la température de 1 kg du corps (notation c , unité $J.kg^{-1}.K^{-1}$).

| Matériaux | Conductivité thermique λ : ($W.m^{-1}.K^{-1}$) | Chaleur massique C : ($kJ.kg^{-1}.K^{-1}$) |
|-----------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| air | 0,024 | 1,005 |
| eau | 0,056 | 4,226 |
| glace | 2,25 | 2,04 |
| chaussée | 1,4 à 2,2 | 870 à 960 |
| cuivre | 390 | |

La **résistance thermique** P (en $K.m^2.W^{-1}$) d'une couche d'épaisseur e (en m) est calculée à l'aide de la formule suivante :
 $P = e/\lambda$.

La **densité de flux thermique** (en $W.m^{-2}$) traversant cette couche est calculée à l'aide de la formule : $F = \frac{(T_1 - T_2)}{P}$ où

T_1 et T_2 sont les températures des deux faces de la couche considérée.

La convection

La convection est le mode de transfert d'énergie par mise en mouvement d'un gaz ou d'un liquide possédant des différences de température. C'est un flux thermique, il s'exprime en $W.m^2$.

La convection naturelle

Expérimentalement, il est impossible de maintenir l'air parfaitement immobile au contact d'une surface à température différente. Il se crée, au voisinage de la surface, des petits mouvements qui renouvellent l'air en contact et accroissent les échanges. C'est l'origine, thermodynamique, de la convection naturelle.

En l'absence de toute ventilation, les pertes énergétiques par convection d'une surface plus chaude que l'air dépendent de l'orientation de cette surface et de la différence de température entre celle-ci et l'air ambiant.

En effet, si l'on considère les échanges thermiques de la surface du sol avec l'air lors d'une journée sans vent, on constate que ceux-ci sont beaucoup plus importants lorsque la surface du sol est plus chaude que l'air (exemple d'une journée ensoleillée) que dans le cas contraire (exemple d'une nuit froide). Cette différence est due à la dilatation de l'air chauffé tendant à le faire monter par convection naturelle. A l'inverse, l'air refroidi au contact du sol la nuit tend à y stagner et à se stratifier sans engendrer de mouvements turbulents.

Pour une surface horizontale, on peut retenir un échange proportionnel à la puissance 1,25 de l'écart de température soit :

- Si la surface est plus chaude que l'air :
puissance échangée = $2 \times (T_s - T_a)^{1,25}$ (en $W.m^2$) ;
- Si la surface est plus froide que l'air :
puissance échangée = $1,2 \times (T_a - T_s)^{1,25}$ (en $W.m^2$).

La convection forcée

Si le renouvellement de l'air au contact de la surface est provoqué par une ventilation artificielle (le vent ou le trafic par exemple), le paramètre déterminant devient la vitesse de ventilation.

Par l'effet du souffle, les échanges convectifs sont fortement accrus et deviennent à peu près proportionnels à la différence de température et à la vitesse de ventilation. La puissance échangée par convection forcée est égale à $6,5 \times V \times (T_s - T_a)$, où V est la vitesse de ventilation exprimée en $m.s^{-1}$.

On peut remarquer que pour de faibles écarts de température, la convection naturelle correspond à l'effet d'une ventilation forcée de $0,3 m.s^{-1}$.

La convection

La convection est le mode de transfert d'énergie par mise en mouvement d'un gaz ou d'un liquide possédant des différences de température. C'est un flux thermique, il s'exprime en $W.m^2$.

La convection naturelle

Expérimentalement, il est impossible de maintenir l'air parfaitement immobile au contact d'une surface à température différente. Il se crée, au voisinage de la surface, des petits mouvements qui renouvellent l'air en contact et accroissent les échanges. C'est l'origine, thermodynamique, de la convection naturelle.

En l'absence de toute ventilation, les pertes énergétiques par convection d'une surface plus chaude que l'air dépendent de l'orientation de cette surface et de la différence de température entre celle-ci et l'air ambiant.

En effet, si l'on considère les échanges thermiques de la surface du sol avec l'air lors d'une journée sans vent, on constate que ceux-ci sont beaucoup plus importants lorsque la surface du sol est plus chaude que l'air (exemple d'une journée ensoleillée) que dans le cas contraire (exemple d'une nuit froide). Cette différence est due à la dilatation de l'air chauffé tendant à le faire monter par convection naturelle. A l'inverse, l'air refroidi au contact du sol la nuit tend à y stagner et à se stratifier sans engendrer de mouvements turbulents.

Pour une surface horizontale, on peut retenir un échange proportionnel à la puissance 1,25 de l'écart de température soit :

- Si la surface est plus chaude que l'air :
puissance échangée = $2 \times (T_s - T_a)^{1,25}$ (en $W.m^2$) ;
- Si la surface est plus froide que l'air :
puissance échangée = $1,2 \times (T_a - T_s)^{1,25}$ (en $W.m^2$).

La convection forcée

Si le renouvellement de l'air au contact de la surface est provoqué par une ventilation artificielle (le vent ou le trafic par exemple), le paramètre déterminant devient la vitesse de ventilation.

Par l'effet du souffle, les échanges convectifs sont fortement accrus et deviennent à peu près proportionnels à la différence de température et à la vitesse de ventilation. La puissance échangée par convection forcée est égale à $6,5 \times V \times (T_s - T_a)$, où V est la vitesse de ventilation exprimée en $m.s^{-1}$.

On peut remarquer que pour de faibles écarts de température, la convection naturelle correspond à l'effet d'une ventilation forcée de $0,3 m.s^{-1}$.

4 L'eau dans l'atmosphère

L'eau dans tous ses états

L'eau se trouve dans la nature sous trois états distincts : liquide, solide et gazeux.

L'eau à l'état **liquide** (« l'eau » toute seule dans le langage commun) est un élément essentiel présent sur le globe terrestre (quatre cinquième de la surface de la terre est immergée).

L'eau à l'état **solide** (appelée communément « glace ») constitue une réserve d'eau temporaire ou permanente énorme (neige, glaciers, inlandsis, calottes polaires).

L'eau à l'état **gazeux** (appelée normalement « vapeur d'eau ») se retrouve dans les deux autres états de l'eau et dans un nombre important de corps naturels.

On trouve également l'eau à un état instable, intermédiaire entre l'état liquide et l'état solide. C'est l'état de **surfusion**, eau en état liquide mais à une température en dessous de zéro degré. Au moindre choc extérieur, l'eau en surfusion retrouve instantanément l'état solide que lui confère sa température.

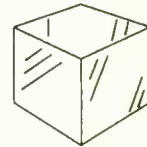
Les changements d'état de l'eau

L'état de l'eau est en fait fonction de l'agitation de ses molécules (H_2O : molécule renfermant deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène).

A l'état solide, les molécules d'eau sont soudées les unes aux autres et vibrent très faiblement (d'autant moins que la température de la glace est basse).

A l'état liquide, les molécules d'eau sont associées c'est-à-dire faiblement attachées les unes aux autres.

A l'état gazeux, les molécules ne sont plus liées entre elles ; elles sont animées de mouvements désordonnés.



Le passage d'un état d'agitation moléculaire faible à un état plus élevé impose d'introduire de l'énergie au sein des molécules (on parle de **chaleur latente**). Inversement, le passage d'un état d'agitation élevé à un état plus faible libère cette chaleur latente.

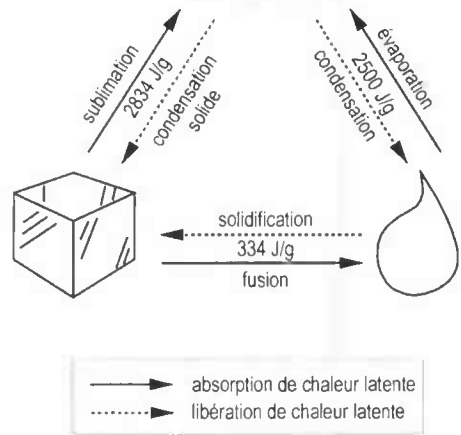
Le passage de l'état solide à l'état liquide est la **fusion** (l'inverse la **solidification**). Ce passage consomme (libère) 334 J par gramme d'eau changeant d'état.

A titre d'exemple : sur 1 mètre carré, la fusion de 1 mm de glace par heure consomme 85 W.

Le passage de l'état liquide à l'état gazeux est l'**évaporation** (l'inverse la **condensation**). Ce passage consomme (libère) 2 500 J par gramme d'eau changeant d'état.

A titre d'exemple : sur 1 mètre carré, l'évaporation de 1 mm d'eau par heure consomme 695 W.

Le passage direct de l'état solide à l'état gazeux est la **sublimation** (l'inverse la **condensation solide**) (nota : ces changements d'état sont plus fréquents qu'on ne l'imagine). Ce passage consomme (libère) 2 834 J par gramme d'eau changeant d'état.



La vapeur d'eau

L'atmosphère contient de l'air sec ($5 \cdot 10^{15}$ tonnes) et de la vapeur d'eau ($18 \cdot 10^{12}$ tonnes). Cette vapeur d'eau provient de l'évaporation de l'eau des océans et des cours d'eau et de l'évapotranspiration des plantes. Cette vapeur d'eau charge l'air en humidité. La quantité de vapeur que contient l'air humide est appelée **humidité absolue** (elle s'exprime en grammes de vapeur d'eau par mètre cube d'air). L'air sec peut contenir plus ou moins d'humidité en fonction de sa température. Plus il est froid, moins il peut contenir de vapeur d'eau.



La quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir l'air est appelée **humidité absolue de saturation**. Cette humidité absolue de saturation varie dans le même sens que la température.

| Température de l'air (°C) | Humidité absolue de saturation (g/m ³ d'air) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| 30 | 30,08 |
| 20 | 17,15 |
| 10 | 9,36 |
| 0 | 4,83 |
| - 10 | 2,28 |
| - 20 | 1,07 |

L'humidité relative de l'air

L'humidité de l'air s'exprime en valeur relative par rapport à la saturation. L'**humidité relative** est le rapport de l'humidité absolue par l'humidité absolue de saturation. Elle s'exprime en % et on la note U. Plus elle se rapproche de 100 %, plus l'air est proche de la saturation. L'humidité relative se mesure aisément avec un hygromètre (il en existe de différentes sortes).

Dans une masse d'air stable, l'humidité relative varie dans le sens inverse de la température.

La température du point de rosée

Tout refroidissement se traduit par une diminution de l'humidité absolue de saturation. La température à laquelle il faut abaisser l'air pour l'amener à un début de condensation s'appelle la **température du point de rosée** (on la note Td). Plus l'air est sec, plus la température de rosée est basse.

Nota - Par définition une température de point de rosée ne peut pas être supérieure à la température de l'air.

La condensation

Lorsque l'air est saturé en vapeur d'eau ($U = 100\%$) un refroidissement se traduit par un excédent d'eau incapable de rester à l'état de vapeur dans l'air. Cet excédent d'eau est condensé sous forme liquide (gouttelettes d'eau) ou solide (cristaux de glace). La condensation est en effet différente selon que la température du point de rosée est positive (air plus humide) ou négative (air plus sec).

La **condensation dans la masse** : lorsque la température de la masse d'air diminue en dessous du point de rosée d'avant le refroidissement, il y a condensation de vapeur dans la masse d'air.

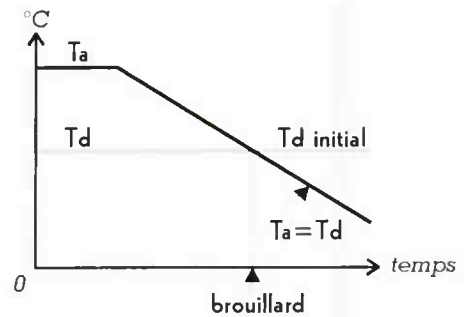
*En altitude ce phénomène s'appelle un **nuage**, au ras du sol, du **brouillard**.*

La **condensation de surface** : sur une surface de température inférieure à la température du point de rosée de l'air, la condensation se produit dans la couche d'air en contact avec la surface froide. L'eau libérée se colle à cette surface et la mouille sans qu'il y ait de condensation dans la masse.

*Sur une vitre froide, ce phénomène s'appelle de la **buée** ou du **givre** si la condensation est solide.*

Les brouillards

Dans l'air à proximité du sol, il y a **brouillard** lorsque la température de l'air (T_a) descend au dessous de la température du point de rosée initiale.



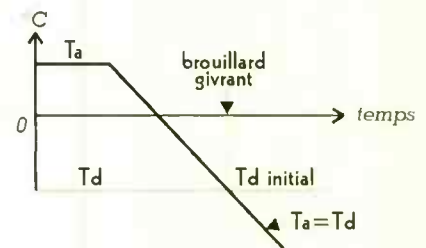
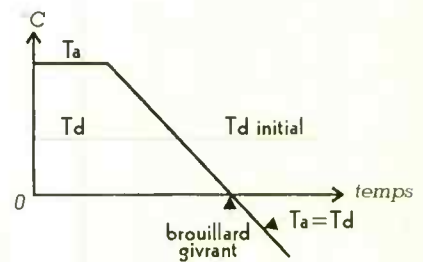
Lorsque la température de l'air dans un brouillard est négative, on parle d'un **brouillard givrant**. Il faut alors distinguer deux types de brouillards givrants: celui formé d'eau surfondue et celui formé de paillettes de cristaux de glace.

- *brouillard givrant avec eau surfondue.*

Ce cas de figure apparaît lorsque la température de l'air ne devient négative qu'après la formation du brouillard (T_d initial positif).

- *brouillard givrant avec paillettes de cristaux de glace.*

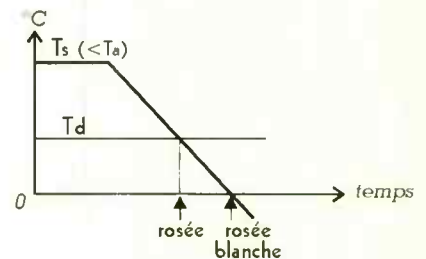
Ce cas de figure apparaît lorsque la température de l'air est négative lors de la formation du brouillard (T_d initial négatif).



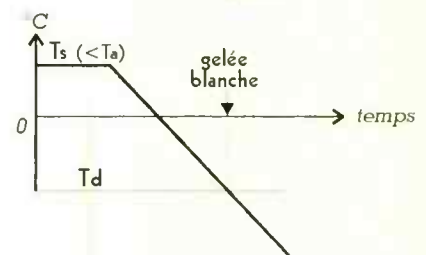
Les condensations au sol

Au sol, il y a condensation liquide si la température de surface est positive et inférieure à la température du point de rosée de la masse d'air. Il s'agit de **rosée**.

Si après l'apparition de la rosée, la température de surface devient négative, la rosée gèle. Il s'agit de **rosée blanche**.



Au sol, il y a condensation solide si la température de surface est négative et inférieure à la température du point de rosée de la masse d'air. Il s'agit de **gelée blanche**.



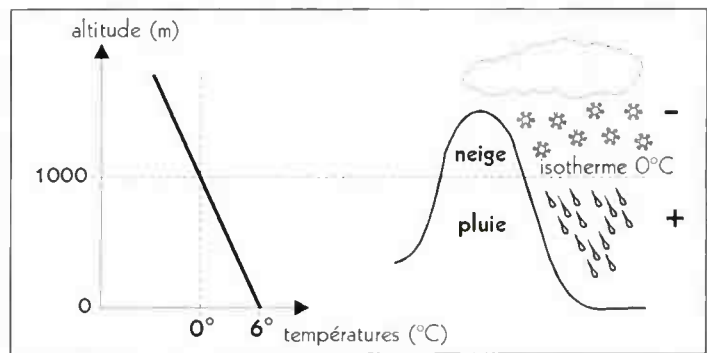
5 Les précipitations

Il y a précipitation lorsqu'un ensemble de particules aqueuses, à l'état solide ou liquide, tombe d'un nuage et atteint le sol.

La formation des précipitations

Par la condensation de vapeur d'eau dans l'atmosphère, des nuages apparaissent. Ils sont constitués de gouttelettes en suspension de très faible diamètre (de 0,004 à 0,01 mm). Un processus de croissance appelé coalescence (captation des petites particules par les plus grosses) permet un accroissement rapide de la taille de ces gouttelettes.

A partir d'une certaine taille, ces gouttes sont suffisamment lourdes pour que la poussée d'Archimède de l'atmosphère et les courants ascendants ne puissent les maintenir en suspension. Alors elles précipitent.



Au-dessus de l'isotherme 0 °C, la condensation produit directement des particules solides (paillettes de glace) qui ont tendance à s'agglomérer entre elles et former des flocons de neige.

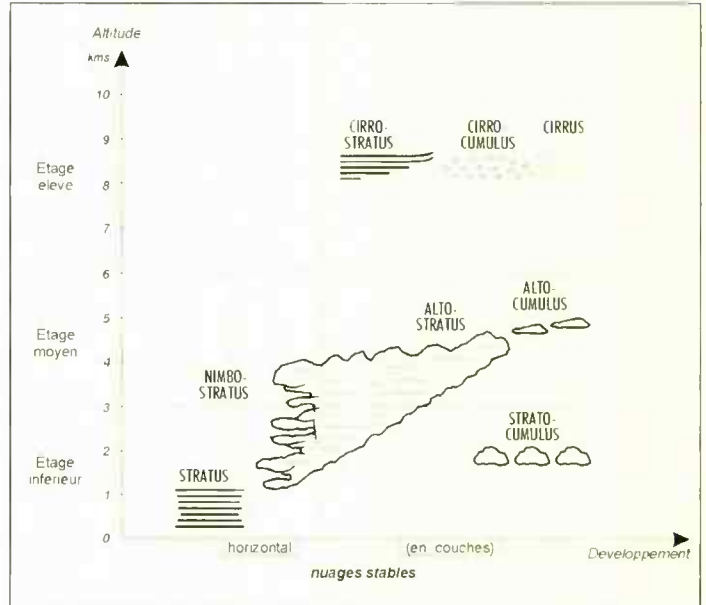
Les précipitations prennent une forme très différente selon le type de nuages.

Les particules dues à des nuages stables

Sous les altostratus ou nimbo-stratus elles peuvent précipiter avec des dimensions modestes (une goutte de pluie a un diamètre supérieur à 0,05 mm); une précipitation peut même se déclencher avec des particules plus fines (de 0,03 à 0,05 mm) s'échappant de nuages encore plus stables (les stratus ou encore les brouillards), on parle dans ce cas de bruine ou de brouillard mouillant.

Nota : la précipitation des brouillards est un phénomène rare. En effet, compte tenu de la faible dimension initiale des gouttelettes, il faut une épaisseur importante de brouillard (plusieurs centaines de mètres) pour qu'il précipite.

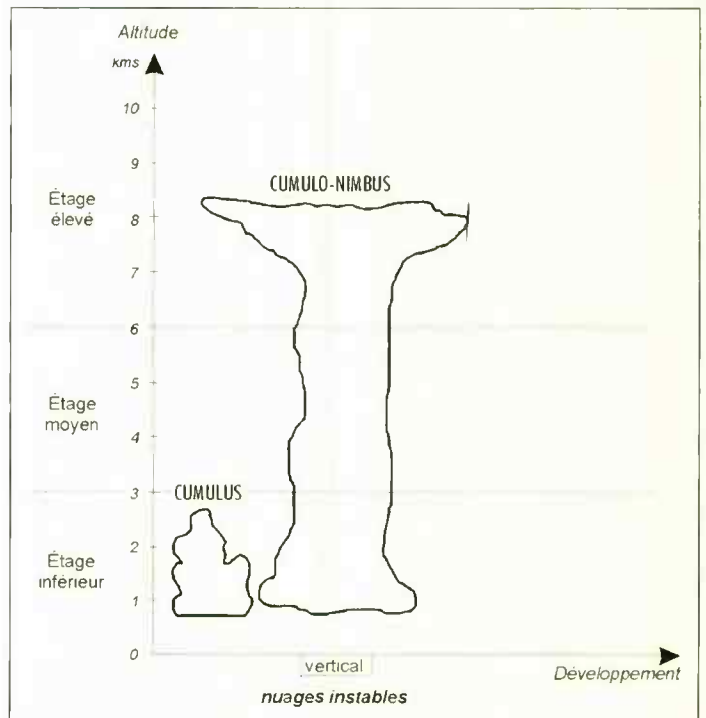
Dans certaines conditions de faible hygrométrie, une faible précipitation en dessous du nuage peut très bien s'évaporer dans l'air sec et ne donner aucune trace au sol (ce phénomène s'appelle un **virga**).



Les particules dues à des nuages instables

Si de forts mouvements convectifs existent dans le nuage (cumulus ou cumulo-nimbus) la particule peut atteindre un diamètre supérieur à 4 mm (on parle d'averse). Au-dessus de 6 mm, les gouttes ont tendance à se fractionner durant leur chute.

Les mouvements convectifs qui entraînent les gouttes en haute altitude produisent la **grêle**.



Les caractéristiques des précipitations

Vitesse de chute

La vitesse de chute varie dans le même sens que le diamètre des gouttes :

- brouillard : $0,01 \text{ m.s}^{-1}$ (jusqu'à $0,5 \text{ m.s}^{-1}$) ;
- bruine : $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ (\varnothing : 0,5 mm) ;
- pluie : de 4 m.s^{-1} (\varnothing : 1 mm) à 8 m.s^{-1} (\varnothing : 3 mm).

Hauteur d'eau précipitée

La mesure des quantités d'eau précipitée s'effectue au pluviomètre (hauteur d'eau recueillie et hauteur d'eau équivalente par fusion de l'eau solide interceptée). L'unité est le millimètre (1 mm de précipitation = 1 litre d'eau par m^2 = 1000 g d'eau par m^2).

La localisation et la mesure de l'intensité des précipitations s'effectuent au radar Melodi.

Un réseau de radar de précipitation couvre aujourd'hui l'Europe occidentale. Mais ce radar ne permet pas de distinguer la nature des précipitations.

La quantité moyenne d'une précipitation liquide est de l'ordre de 1 mm par heure (soit 1 000 g d'eau par m^2 et par heure) ; sous forme d'averse cette quantité peut atteindre 1 mm à la minute.

La nature des précipitations

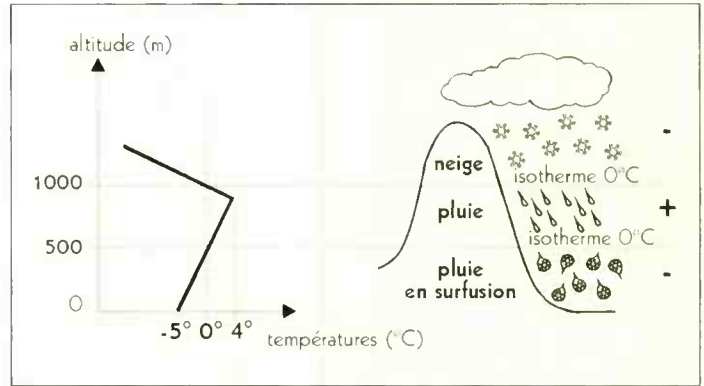
Les précipitations liquides

Dans nos régions tempérées et sauf en haute altitude, la majorité des précipitations se produit sous forme liquide en arrivant au sol. Cet état provient soit de la précipitation directe d'une goutte liquide, soit de la fusion d'une particule solide.

Un état liquide particulier est l'**état surfondu** : état instable d'une goutte restée liquide alors que la température de l'air est négative dans les basses couches. Cet état est extrêmement dangereux car il se transforme instantanément en glace au moindre contact.

Les précipitations solides

En hiver ou en haute altitude, les précipitations se produisent souvent à l'état solide.

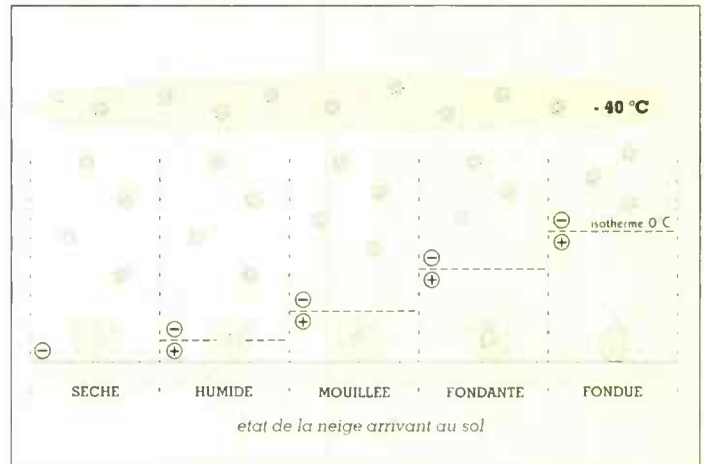


La neige est une précipitation de cristaux de glace ramifiés et étoilés.

La qualité de la neige en chute est fortement influencée par la température dans les basses couches de l'atmosphère. Plus la température dans les basses couches est élevée, plus le cristal se transforme et se charge en eau liquide.

En dessous de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ces cristaux précipitent tels qu'ils se sont formés.

Entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ces cristaux sont agglomérés en flocons dont la dimension varie entre 5 et 25 mm. Plus la température se rapproche de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, plus la teneur en eau liquide augmente.



Au-dessus de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, ces flocons fondent plus ou moins et tombent en neige fondante voire fondue.

Le **grésil** (qui tombe sous forme d'averse) est constitué de granules de neige enrobées d'une fine couche de glace issue de l'interception d'eau surfondu.

La **grêle** est une précipitation de morceaux de glace (le grêlon) d'un diamètre de 5 à 50 mm (parfois plus) issus de la congélation de grosses gouttes d'eau en altitude dans un nuage d'air chaud à fort développement vertical.

Les phénomènes routiers hivernaux sont soit le fait des phénomènes météorologiques directs (neige, pluie verglaçante) soit le résultat de l'interaction entre l'atmosphère et la chaussée.

L'eau dans un état plus ou moins solide à la surface de la route a une forte influence sur l'adhérence des véhicules.

Paramètres et Phénomènes routiers

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 Le contact pneu/revêtement | 191 |
| La macrotexture | 191 |
| La microtexture | 191 |
| L'adhérence | 192 |
| 2 La température de surface | 193 |
| Le rayonnement | 193 |
| La conduction de la chaleur dans le corps de chaussée | 194 |
| La convection | 195 |
| Le profil de température de surface le long d'un itinéraire | 195 |
| 3 L'eau liquide à la surface | 196 |
| Les diverses sources de mouillage de la surface . . . | 196 |
| L'état de mouillage d'un revêtement routier | 197 |
| Le séchage de la surface routière | 198 |
| 4 Les verglas | 199 |
| La congélation d'eau préexistante | 200 |
| La condensation solide | 200 |
| Les précipitations de brouillard givrant | 201 |
| La pluie sur sol gelé | 201 |
| La pluie en surfusion | 202 |
| L'épaisseur du film de verglas | 202 |
| 5 Les neiges routières | 203 |
| La neige sèche | 203 |
| La neige humide | 203 |
| La neige mouillée | 203 |
| L'épaisseur de la couche de neige sur la chaussée . | 204 |
| La transformation de la neige par les paramètres routiers | 203 |
| 6 Les fondants routiers | 205 |
| Le principe fondamental de fonctionnement d'un fondant routier | 205 |
| La première limite d'efficacité d'un fondant | 206 |
| La deuxième limite d'efficacité d'un fondant | 206 |
| Les différents fondants | 207 |
| Les fondants sur la chaussée | 210 |

Page laissée blanche intentionnellement

1 Le contact pneu / revêtement

La qualité du contact d'un pneumatique sur une chaussée est liée :

- à la qualité propre du pneumatique ;
- à la texture superficielle du revêtement (qui se décompose en macrotexture et microtexture) ;
- à un élément d'interposition éventuel entre les deux (nature, eau, feuilles, glace et quantité) ;
- à la vitesse de déroulement du pneumatique sur le revêtement (vitesse absolue du véhicule, glissement du pneumatique).

La macrotexture

La macrotexture est l'ensemble des aspérités dont les dimensions horizontales sont comprises entre 0,5 et 500 mm et les dimensions verticales sont comprises entre 0,2 et 10 mm.

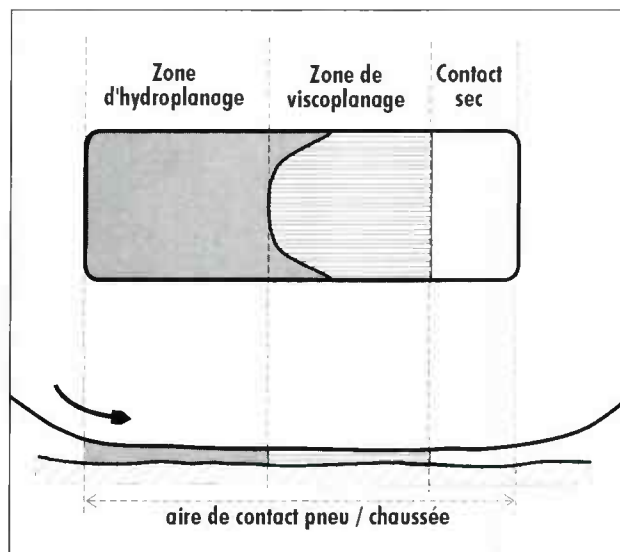
Cette macrotexture participe principalement au drainage superficiel de l'eau. Elle casse le film d'eau qui existe entre le revêtement et le pneumatique en évitant ainsi l'hydroplanage.

La microtexture

La microtexture est l'ensemble des aspérités, pouvant être en contact avec les pains de gomme des pneumatiques, dont les dimensions horizontales sont comprises entre 0 et 0,5 mm et dont les dimensions verticales sont comprises entre 0 et 0,2 mm.

Elle caractérise la qualité du contact sec gomme du pneu/granulat.

En effet, lorsque le film d'eau est cassé (hydroplanage évité), le contact pneu/revêtement n'est pas encore sec, le pneu est en situation de viscoplanage (contact lubrifié par un film très mince d'eau résiduelle). Ce viscoplanage est rompu grâce à l'existence de la microtexture. Alors le contact entre le pneu et la surface est pleinement efficace (contact sec).



L'adhérence

L'adhérence est la capacité de la surface de la chaussée à mobiliser les forces de frottement sous l'effet des sollicitations variées engendrées par la conduite des véhicules (motricité, directivité, freinabilité).

Cette capacité peut être dégradée par un film d'eau et la dégradation sera limitée grâce à la macrotecture et la micro-tecture du revêtement.

Lorsqu'une couche d'eau solide (verglas épais, neige) s'interpose il n'y a plus de contact direct pneu/texture du revêtement. Ce contact différent peut être meuble (neige fraîche, pulvérulente) ou lisse (neige tassée, gelée, couche de glace). L'adhérence est dégradée par rapport à celle d'une surface mouillée.

La plus faible adhérence résulte d'un contact lisse lubrifié par une pellicule d'eau en surface (ex : fusion superficielle d'une couche de glace).

L'usager apprécie généralement très mal les variations d'adhérence consécutives des phénomènes routiers hivernaux.

2 La température de surface

La nature met en œuvre des processus thermiques d'échange d'énergie pour rétablir les écarts de température issus d'autres phénomènes physiques. L'écoulement de l'énergie s'opère toujours du chaud vers le froid. Entre l'atmosphère et la route plusieurs échanges d'énergie se produisent.

La **température de surface** (T_s) traduit à chaque instant le niveau de ces échanges. Elle est fortement influencée par les caractéristiques de la chaussée (nature et épaisseur des couches, ouvrages d'art) et par l'environnement (exposition, milieu, humidité de la route locale, etc.).

Le rayonnement

La surface de chaussée est fortement influencée par ce phénomène d'échange thermique positif avec le soleil le jour et négatif avec le ciel (surtout étoilé) la nuit.

La quantité d'énergie reçue ou émise dépend de l'émissivité de la surface du revêtement : plus la chaussée est noire et rugueuse, plus sa capacité à recevoir ou à réémettre du rayonnement est élevée.

En conséquence, une chaussée plus noire (neuve, enrobés très ouverts, gravillons foncés) :

- s'échauffe plus vite en surface de jour ;
- se refroidit plus vite de nuit par temps clair ;

qu'une chaussée plus claire (béton de ciment, polissage important, gravillons clairs).

Le rayonnement réémis par la chaussée diminue avec sa température. Par conséquent, le refroidissement par rayonnement de T_s va se ralentir au cours de la nuit.

Puissance rayonnée par une chaussée dont la surface a un facteur d'émissivité de 0,95

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| $T_s = 10\text{ °C}$ | $E = 346\text{ W.m}^{-2}$ |
| $T_s = 5\text{ °C}$ | $E = 322\text{ W.m}^{-2}$ |
| $T_s = 0\text{ °C}$ | $E = 299\text{ W.m}^{-2}$ |
| $T_s = -5\text{ °C}$ | $E = 278\text{ W.m}^{-2}$ |
| $T_s = -10\text{ °C}$ | $E = 258\text{ W.m}^{-2}$ |

| Matériaux | Conductivité thermique $\lambda : (\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1})$ | Chaleur massique $C : (\text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1})$ |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| air | 0,02 | 1 |
| eau | 0,06 | 4 |
| glace | 2,25 | 2 |
| béton bitumineux | 2,20 | 869 |
| enrobé drainant | 1,50 | 995 |
| grave bitume | 1,90 | 869 |
| grave laitier | 1,40 | 964 |
| grave non traitée | 1,80 | 964 |
| béton de ciment | 1,80 | 933 |

La conduction de la chaleur dans le corps de chaussée

La conductivité thermique d'une chaussée dépend de la nature des matériaux qui la constitue.

Plus sa conductivité est élevée, plus la chaleur s'écoule rapidement. Plus la chaleur massique est importante, plus la quantité d'énergie à déplacer pour échauffer le corps est élevée.

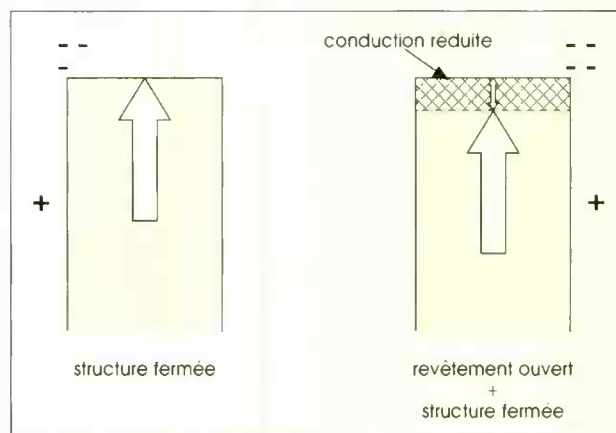
La température de la surface de la chaussée est directement influencée par les conditions atmosphériques mais le corps de chaussée fonctionne comme un amortisseur de ces variations.

Une chaussée très conductive amortit les écarts entre T_a et T_s .

Une chaussée peu conductive amplifie les écarts entre T_a et T_s .

Les revêtements ouverts ont une plus faible conductivité thermique que les revêtements fermés : l'air emprisonné ou immobile constitue une sorte d'isolant thermique.

Entre un béton bitumineux classique fermé (4 à 5 % de vides) et un béton bitumineux drainant très ouvert (25 % de vides) l'écart instantané de température de surface peut dépasser 5 °C en cas de refroidissement brutal et les écarts moyens sur les minima de l'hiver peuvent atteindre 2 °C en défaveur des revêtements drainants.



La convection

Le **vent routier** traduit le mouvement de l'air par rapport à la surface routière.

On mesure la composante horizontale du vent routier à 3 m au-dessus du plan défini par la surface routière à au moins 2 m du bord de chaussée.

Le vent routier influence le trafic, le transport de la neige, le séchage et la température de la surface du revêtement.

La **convection** est l'échange d'énergie en surface qui s'opère ici entre le milieu solide (la chaussée) et le milieu gazeux (l'air). Ce phénomène d'échange est lent.

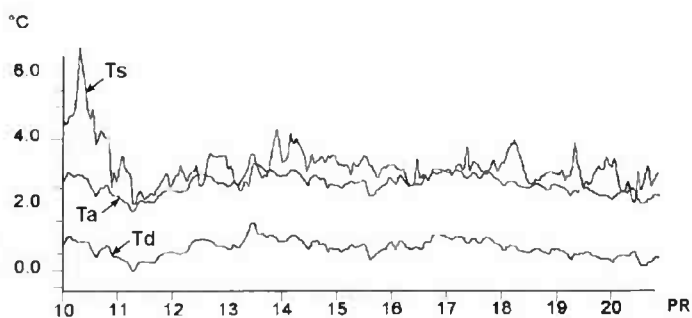
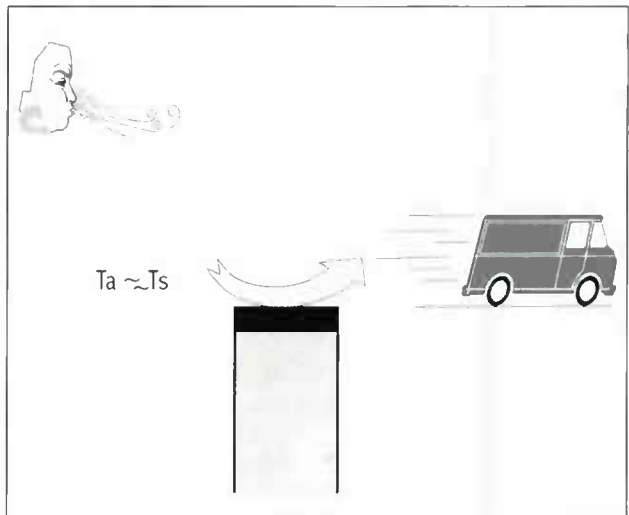
Un fort vent routier et surtout un trafic poids lourds dense favorisent le brassage de l'air au-dessus de la surface et donc les échanges d'énergie entre l'air et la chaussée par **convection forcée**. Il s'ensuit un rapprochement de T_a et de T_s .

Le profil de température de surface le long d'un itinéraire

Un appareil du Laboratoire des Ponts et Chaussées appelé "Thermoroute" enregistre en continu à une vitesse de 60 à 80 km/h la température de l'air (T_a), la température de surface (T_s) et la température du point de rosée (T_d).

Ces mesures mettent en évidence des écarts importants et rapides de T_s par rapport à T_a dus à des hétérogénéités dans la structure de la chaussée (par exemple à la présence d'ouvrages d'art) et à des variations du milieu environnant (zones d'ombre puis ensoleillée par exemple).

La position de T_s par rapport à T_d permet de déterminer les zones propices à la condensation de surface (humidification précoce - séchage tardif).



3 L'eau liquide à la surface

Les diverses sources de mouillage de la surface

Hors précipitation, les mécanismes de mouillage de la surface de la chaussée sont liés à la variation de la température de surface.

L'effet d'un fondant

Sans précipitation, le mouillage le plus fréquent est le résultat de la capacité du sel à absorber l'humidité de l'air (son hygroscopicité).

Le chlorure de sodium est un produit hygroscopique. Si l'humidité relative de l'air (U) est supérieure à 75 %, le sel absorbe de la vapeur d'eau de l'atmosphère et la chaussée devient **humide salée**. Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 75 %, le sel libère l'eau qu'il contient, recristallise et la chaussée devient **sèche salée**.

Cette limite est plus précise si l'on compare directement T_s à T_d .

Autour de 0 °C, on estime que :

- la chaussée salée s'humidifie dès que $T_s < T_d + 4$ °C ;
- la chaussée humide salée s'assèche lorsque $T_d + 3$ °C < T_s .

Ce comportement est encore plus marqué après un épandage de chlorure de calcium puisque son humidité relative d'équilibre est de 50 %.

La condensation liquide à la surface

La vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère vient se condenser sur une surface refroidie en dessous de la température du point de rosée de l'air ($T_s < T_d$).

Plus l'écart entre T_s et T_d est important, plus la quantité d'eau condensée est importante.

La chaussée est aussi mouillée par les précipitations météorologiques.

Les précipitations atmosphériques liquides

Les précipitations mouillent la surface de la chaussée et l'état de mouillage évolue rapidement.

La quantité d'eau à la surface dépend de l'intensité de la précipitation (exprimée en mm.h¹) et de l'écoulement superficiel. La chaussée passe par différents stades de mouillage au fur et à mesure de la précipitation.

La précipitation de brouillard

Le brouillard routier est une suspension de très fines gouttelettes d'eau provenant de la condensation dans les basses couches de l'atmosphère qui réduit la visibilité horizontale, mesurée à 1,20 m au-dessus de la chaussée, à moins de 400 m.

On distingue différentes classes de brouillard routier en fonction de leur densité et donc la baisse de visibilité qu'ils provoquent.

La visibilité horizontale donne une bonne approximation de la densité du brouillard (nombre de gouttelettes par m³ d'air et taille de ces gouttelettes).

Rappel : la précipitation de brouillard est un phénomène rare qui nécessite une épaisseur verticale de plusieurs centaines de mètres.

| Distance de visibilité | Technologie de visibilité |
|------------------------|---------------------------|
| > 400 m | normale |
| 200 à 400 m | réduite |
| 50 à 200 m | très réduite |
| < 50 m | nulle |

L'état de mouillage d'un revêtement routier

A quantité d'eau interceptée égale, des surfaces routières peuvent présenter des aspects très différents en fonction principalement de leur porosité et de leur macrotexture.

Plus un revêtement est ouvert, plus l'estimation de la quantité d'eau à la surface est difficile ainsi que l'estimation des risques qu'elle occasionne.

L'épaisseur d'un film d'eau est mesurée sur une surface plane.

Équivalence en poids d'eau par unité de surface.

1 mm d'eau = 1 000 g d'eau par m².

En fait, «l'épaisseur vraie» du film d'eau n'existe pas car elle est fortement influencée par la texture du revêtement.

Chaussée humide : changement de couleur, aspect mat, absence de projection.

Chaussée mouillée : aspect plus brillant, projections derrière les roues des véhicules

Chaussée ruisselante : écoulement apparent dans le profil ; pour un revêtement suffisamment fermé voici des ordres de grandeur de quantité d'eau en grammes par mètre carré :

- sec = 0
- humide = 30-200
- mouillé = 200-500
- ruisselante = selon macrorugosité.

Le séchage de la surface routière

L'eau à la surface de la chaussée s'évapore lorsque la température de la surface est supérieure à la température du point de rosée de l'air ambiant.

L'évaporation normale sans brassage conduit à la consommation de chaleur latente d'évaporation à proximité de la surface ($2\,500\text{ J.g}^{-1}$). Ce processus entraîne un abaissement de la température de surface (exemple de l'éther sur la peau qui procure une sensation de froid).

Cette évaporation est accélérée par la convection forcée. Dans ce cas, le brassage apporte l'énergie nécessaire et limite le refroidissement de la surface.

4 Les verglas

Le verglas, résultat de la congélation de l'eau à la surface du revêtement, est le phénomène le plus redouté des automobilistes.

Ses conditions d'apparition sont variées en fonction des mécanismes de refroidissement de la surface et d'apport d'eau sur la chaussée.

On distingue cinq types de verglas :

1- La congélation d'eau préexistante



2- La condensation solide



3- La précipitation de brouillard givrant



4- La pluie sur sol gelée



5- La pluie en surfusion



La congélation d'eau préexistante

Le revêtement est humide suite à une précipitation ou une condensation liquide antérieures.

Le refroidissement de la température de surface peut amener l'eau en surface à geler avant qu'elle ne soit évaporée (le refroidissement est aggravé par l'évaporation car il y a consommation de la chaleur latente d'évaporation).

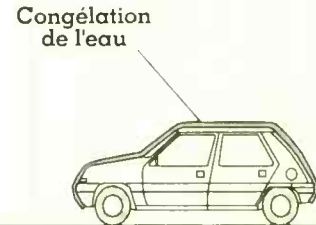
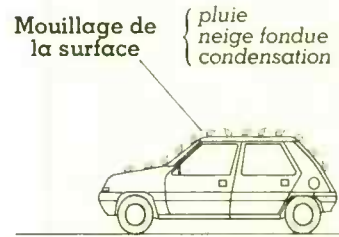
La situation météo la plus courante est un ciel nocturne dégagé avec un vent faible limitant la convection.

Le risque de verglas est plus important dans les zones abritées et par faible trafic (absence de convection forcée).

Le verglas formé est de faible épaisseur, transparent et très difficile à détecter.

La macrotecture va fortement limiter la baisse d'adhérence dans la mesure où l'eau gèle dans les creux du revêtement.

Le trafic va par contre favoriser la retombée d'eau sur les têtes de granulats.



Surface refroidie en dessous de 0 °C

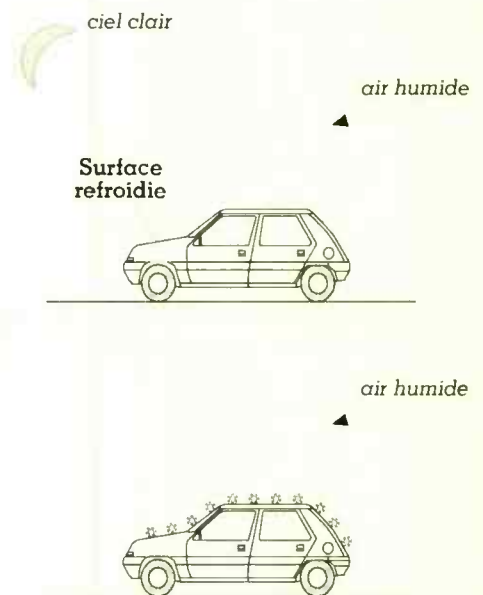
La condensation solide

La vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère vient se condenser sur une surface refroidie en dessous de la température du point de rosée et à température négative ($T_s < T_d$).

Si $T_d < 0\text{ °C}$ il n'y a pas de phase liquide à la surface, elle se couvre directement de cristaux solides blancs et cotonneux (**gelée blanche**).

Si T_d légèrement positif, il y a une phase de condensation liquide qui gèle lorsque T_s passe sous 0 °C (rosée blanche en météorologie mais verglas par humidité préexistante sur la route). Si T_s continue à refroidir la condensation solide prend le relais.

On retrouve une couche dure très glissante sous la gelée blanche !

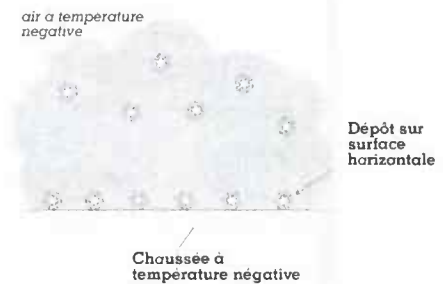
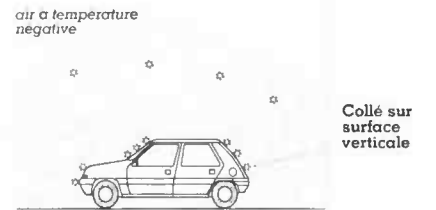


La précipitation de brouillard givrant

- présence de brouillard ($T_a < T_d$) givrant ($T_a < 0\text{ °C}$);
- gouttelettes suffisamment lourdes (brouillard en forte épaisseur) pour qu'elles précipitent sur la chaussée;
- chaussée suffisamment froide ($T_s < 0\text{ °C}$) pour que ces particules ne fondent pas en arrivant sur la surface.

Elles forment dans ce cas :

- si elles sont **surfondues** : un film de glace ;
- si elles sont déjà cristallisées : une petite couche de paillettes.



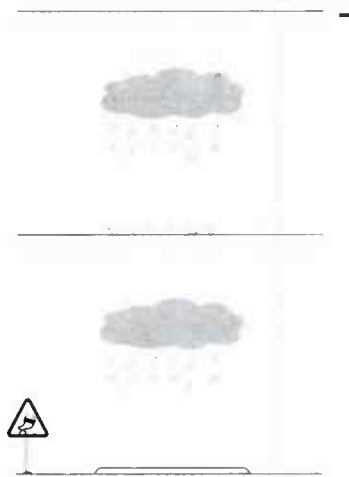
La pluie sur sol gelé

Congélation progressive d'eau liquide précipitant sur une surface de chaussée suffisamment froide ($T_s < -2, -3\text{ °C}$).

La macrotexture va retarder la baisse brutale d'adhérence.

La perte d'adhérence est très importante en raison de la lubrification superficielle de la glace déjà formée par la pluie qui continue à tomber.

Si la précipitation se prolonge, l'apport de chaleur par les gouttes de pluie réchauffe la surface qui n'arrive plus à faire congeler l'eau précipitée.



La pluie en surfusion

L'eau surfondue est une eau sous forme liquide mais à température négative. Cet état physique se caractérise par une transformation instantanée au moindre choc en une glace pure, très dure et sèche.

En arrivant au sol, il y a transformation instantanée de l'eau surfondue en couche de verglas s'épaississant rapidement quelle que soit la température de surface de la route.

Cette couche s'accroche remarquablement au revêtement si il est non salé et à température négative.



L'épaisseur du film de verglas

C'est un paramètre de l'état de surface qui traduit l'épaisseur moyenne du film continu d'eau solide à la surface d'un revêtement supposé lisse et plan.

Attention ! Sur un revêtement fermé, dès que l'épaisseur du film atteint $1/20$ mm, soit 45 g/m^2 , l'adhérence décroît rapidement.

En fait, l'épaisseur n'est réellement estimable que pour le phénomène de pluie, bruine ou brouillard précipitant en surfusion.

Dans les autres cas, l'écoulement dans les creux conduit au remplissage de la macrotecture. L'épaisseur du film est fonction de l'importance et de la durée de la précipitation ainsi que de la macrotecture.

5 Les neiges routières

Les techniciens routiers ont pris l'habitude de classer la qualité de la neige en chute en fonction de son comportement sur la chaussée et sous le trafic. Ils distinguent trois types de neige routière.

La neige sèche

Une couche de neige à faible teneur en eau liquide n'adhère pas à la surface sèche, serpente sous l'effet de la circulation, ne se compacte pas en une couche beaucoup plus dense.

Cette neige est facilement déplacée par le vent et forme en début de chute des serpentins derrière les voitures, puis se souève en nuage.

Cette neige contient moins de 1 % d'eau liquide. Sa masse volumique est comprise entre 50 et 150 kg/m³ (soit une masse de 500 à 1 500 g de neige par cm d'épaisseur et par m²).

Il n'est pas possible de faire une boule de neige.

La neige humide

Une couche de neige à teneur en eau moyenne adhère très rapidement au revêtement, elle se compacte rapidement sous les pneumatiques des véhicules.

Cette neige contient entre 1 et 10 % d'eau liquide. Sa masse volumique est comprise entre 150 et 300 kg/m³ mais son compactage par le trafic la conduit rapidement à plus de 500 kg/m³ (soit une masse de plus de 5 000 g par cm d'épaisseur et par m²).

Cette neige est idéale pour faire des boules.

La neige mouillée

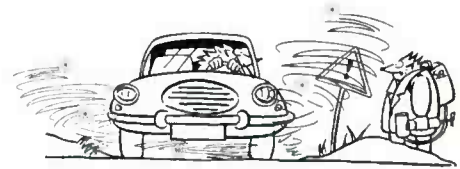
Une couche de neige à teneur en eau élevée n'adhère plus à la surface routière. Elle gicle sous la pression des pneumatiques sans pouvoir se compacter et est progressivement éliminée.

Très lourde, elle adhère par contre aux divers câbles et risque de les rompre.

Cette neige contient plus de 10 % d'eau liquide.

Sa masse volumique est supérieure à 300 kg/m³ (soit plus de 3 000 g par cm d'épaisseur et par m²).

Avec ce type de neige, une boule libère de l'eau et devient très dure.



le trafic la souffle



le trafic la compacte



le trafic l'évacue

L'épaisseur de la couche de neige sur la chaussée

L'épaisseur moyenne et l'estimation de sa densité permettent d'estimer approximativement la masse de neige présente sur la chaussée. Dès que la neige se compacte sous les roues, sa densité se rapproche de 0,5.

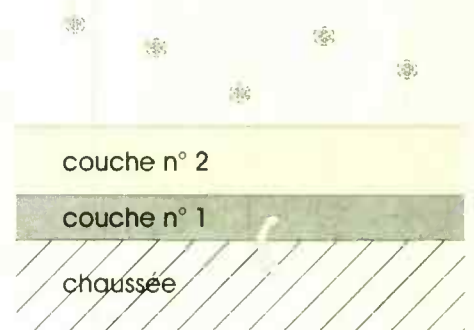
La transformation de la neige par les paramètres routiers

La neige atmosphérique arrive au sol avec certaines caractéristiques (température, teneur en eau liquide, masse volumique, grosseur des flocons, forme des cristaux).

La première couche (couche n° 1) subit des échanges thermique et hydrique avec la surface de la route et voit ses caractéristiques propres se modifier si elles sont différentes de celles de la surface.

Cette couche de 2 à 3 cm, qui a absorbée ces différences, fait écran et la suite de la neige tombée (couche n° 2) ne sera plus guère influencée par l'état de la surface.

Cette situation explique les différences notables qui peuvent exister entre les caractéristiques des couches n° 1 et n° 2. Ces modifications entre les couches sont à prendre en compte dans sa tactique de déneigement.



6 Les fondants routiers

Un fondant routier est un produit (naturel ou chimique) utilisé en service hivernal pour abaisser le point de congélation de l'eau ce qui permet de faire fondre la glace.

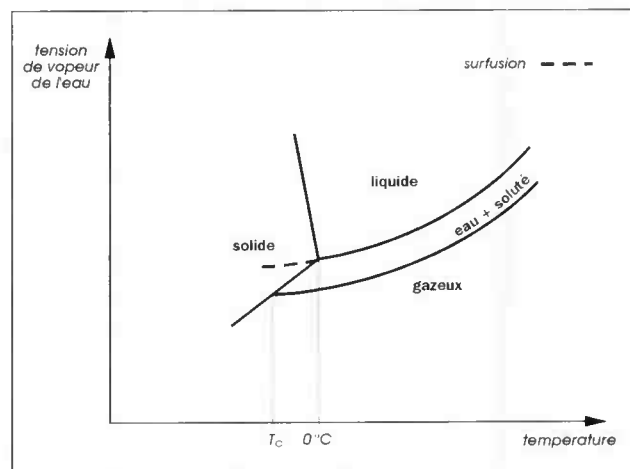
Le principe fondamental de fonctionnement d'un fondant routier

Chaque fois qu'une substance se présente sous deux phases, en contact l'une avec l'autre, comme par exemple de l'eau (état liquide) et de la glace (état solide), il y a un échange constant de molécules entre ces deux phases à cause de la différence de tension de vapeur qui existe entre ces deux phases et qui a tendance à s'équilibrer.

Pour l'eau pure, le point de congélation est $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et correspond à l'équilibre des tensions de vapeur des phases solide et liquide. à une température inférieure à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, toutes les molécules abandonnent l'état liquide (en raison de la tension de vapeur supérieure) et finalement seul subsiste l'état solide. Par contre, à une température supérieure à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, c'est le contraire qui se produit, toutes les molécules finissent à la longue par abandonner l'état solide et se retrouvent sous forme liquide.

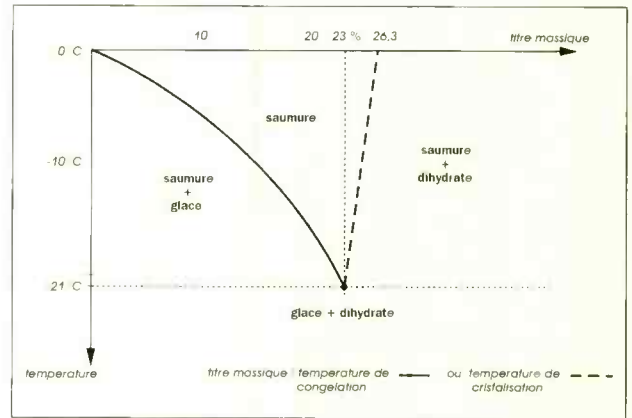
Il est possible de modifier le mécanisme de fusion de la glace grâce à la propriété d'un soluté chimique qui abaisse la tension de vapeur de la solution dans laquelle il est dissous. Ainsi l'équilibre entre la phase liquide et la phase solide est déplacé au profit de la phase liquide. Le nouveau point d'équilibre est d'autant plus bas que le titre massique de la solution est élevé.

Solubles seulement dans l'eau et non dans la glace, les chlorures (chlorure de sodium, chlorure de calcium) forment avec l'eau une solution qui est en équilibre avec la phase glace à une température dite température de congélation inférieure à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Si la température du milieu (T_c) est supérieure à cette température de congélation, la solution restera à l'état liquide. De même, de la glace, en contact avec cette solution, va commencer à fondre, ce qui diminue le titre massique de la solution dont la tension de vapeur et conduit à un nouvel équilibre.

Ainsi au contact d'un fondant, la glace peut se transformer en eau liquide, plus ou moins rapidement, en fonction de la nature du fondant, de sa concentration, de sa quantité et d'abord de sa facilité à s'hydrater.



La première limite d'efficacité d'un fondant

Un fondant ne peut assurer la fusion que sous forme de solution.

S'il est épandu en grains il doit d'abord attirer de l'eau liquide ou de la vapeur d'eau pour passer en saumure et ce passage peut être long (20 à 30 mn) voire ne pas être possible du tout.

Le chlorure de sodium attire la vapeur d'eau de l'air si l'humidité de l'air est supérieure à 75 % mais cette hydratation est lente. Il trouve de l'eau dans le phénomène qu'il combat si ce dernier contient de l'eau libre (liquide ou vapeur d'eau).

Certains phénomènes ne contiennent pas ou très peu d'eau libre (eau en surfusion solidifiée, glace vive, neige sèche). Dans ce cas le sel en grains est parfaitement inefficace.

La deuxième limite d'efficacité d'un fondant

Lorsque la saumure a commencé à se former, la fusion de la glace commence. La saumure est saturée à proximité des grains de sel mais la fusion de la glace qui s'amorce entraîne un double effet de refroidissement (consommation de la chaleur latente) et de dilution de la solution (par apport d'eau de fonte).

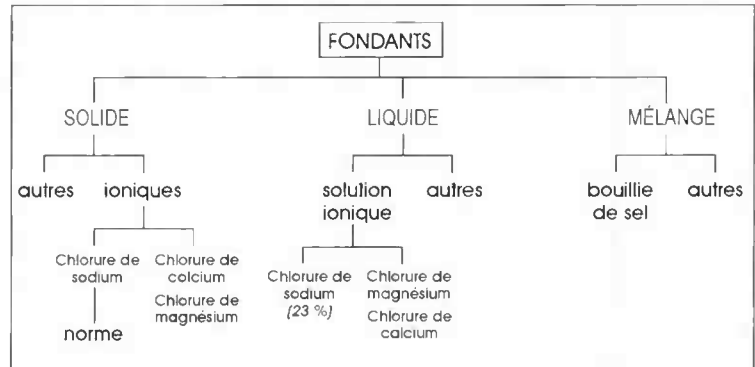
Si la température extérieure est relativement basse, le refroidissement supplémentaire peut entraîner un blocage du processus de fusion, voire un regel dans la masse.

Les différents fondants

Les différentes formes de fondants utilisées

Les fondants peuvent être utilisés de façons différentes :

- unique soit sous forme solide en grains ou granules plus ou moins grosses, soit sous forme liquide (saumure) directement déversé ou pulvérisé ;
- multiple en particulier par l'association des deux formes liquides et solides (technique dite de la bouillie de sel par exemple).



Sur autoroute, la saumure NaCl et la bouillie de sel sont le plus souvent utilisées.

La forme la plus courante utilisée sur le réseau ordinaire est le NaCl solide (objet d'une norme NF P 98-180).

Le chlorure de sodium

Il constitue l'essentiel des fondants utilisés en France (> 99,5 %). La consommation varie de 400 000 à plus de 1 million de tonnes par hiver.

Il provient pour l'essentiel :

- de l'extraction de la sylvinite de potasse dans le Haut-Rhin (extinction de cette source vers 2004) ;
- de la mine de sel gemme de Varangéville (en Meurthe-et-Moselle) ;
- des marais salants méditerranéens.

Le chlorure de sodium est limité par la première limite d'efficacité aux alentours de - 5 °C à - 7 °C.

| | | |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 3 granularités | ► sels fins / moyens / gros | |
| 2 teneurs en chlorure | ► classe A : (≥ 98 %) | classe B : (≥ 88 %) |
| 4 teneurs en eau | ► extra sec : (≤ 0,6 %) | sec : (≤ 1 %) |
| | semi-humide : (≤ 4 %) | humide : (≤ 8 %) |
| + traitement antimottant minimal | | |
| + teneur en sulfate soluble (<5 %) | | |

La saumure de chlorure de sodium

La saumure est caractérisée par le rapport de la masse de NaCl dissous dans l'eau sur la masse du mélange : ce rapport est appelé titre massique (et non concentration comme on le dit souvent).

Le titre massique maximal pour une saumure de chlorure de sodium à 0 °C est de 26,3 %.

Malheureusement en cas de refroidissement important, une partie du sel dissous va recristalliser sous forme de dihydrate. Cette recristallisation dépose dans les cuves, les pompes et les buses. Pour empêcher ce phénomène, on limite le titre massique à 23 % (soit une densité de l'ordre de 1,17 à 1,175 autour de 0 °C).

La saumure de chlorure de sodium n'est pas limitée par la première limite d'efficacité. Par contre, elle atteint très vite par dilution la deuxième limite d'efficacité. Il est déconseillé de l'employer en dessous de - 3, - 4 °C.

La bouillie de sel

Le principe de la bouillie de sel fut découvert en France par hasard dans les années 1975-1976 sur l'autoroute de l'Est de la France. Il consiste à épandre simultanément du sel en grains, qui sert de réserve de fondants et assure un effet mécanique, et de la saumure (généralement de NaCl) qui apporte le démarrage rapide du processus de fusion.

Le mouillage du sel en grains par la saumure varie entre 10 à 50 % en poids, ce taux augmentant au fur et à mesure que le phénomène à combattre est plus sec (moins d'eau libre).

La première limite est repoussée en deçà de - 10 °C mais il faut veiller de près à la deuxième limite. Il est conseillé de ne pas employer la bouillie de sel en dessous de - 10, - 12 °C.

Le chlorure de calcium

Produit issu d'un processus industriel qui est plus efficace que le chlorure de sodium en raison d'une libération de chaleur lors de son hydratation, de sa forte teneur en eau (22 à 25 %) et de sa forte hygroscopicité. Il est difficile à stocker ailleurs qu'en silo étanche.

La saumure de chlorure de calcium

La solution de chlorure de calcium utilisée en service hivernal a un titre massique de 26 %. Elle peut être livrée plus concentrée à 36 %.

Le titre massique maximal pour une saumure de chlorure de calcium à 0 °C est de 42 %.

La comparaison NaCl / CaCl

La comparaison du diagramme des phases laisse penser que la supériorité du CaCl provient de son point de congélation mini (- 1 °C) au lieu de - 21 °C pour le NaCl.

En fait, en France, dans les plages courantes de température et de concentration les deux produits sont similaires.

Le principal intérêt du chlorure de calcium réside dans sa forte teneur en eau, son passage sous forme liquide jusqu'à de faibles taux d'humidité (45 %) et dans une certaine libération de chaleur lors de ce passage. Il repousse ainsi la première limite d'efficacité aux alentours de - 12, - 15 °C. Là aussi attention à la deuxième limite d'efficacité.

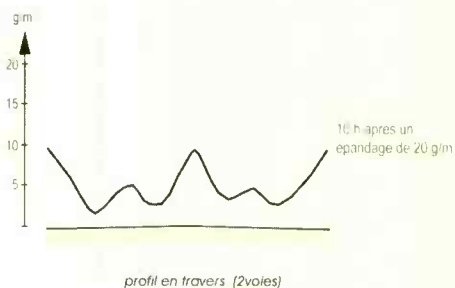
Les fondants sur la chaussée

Le dosage résiduel

Le dosage résiduel est la masse de fondant solide ou dissous présent par unité de surface du revêtement. Il s'exprime en g/m^2 .

Il existe un appareil capable d'assurer le relevé de cette valeur : le SOBO 20. Il mesure la résistivité dans un volume connu d'eau salée.

Cet appareil ne fonctionne pas sur les revêtements drainants et il est très difficile de l'utiliser sur les sections à fort trafic.



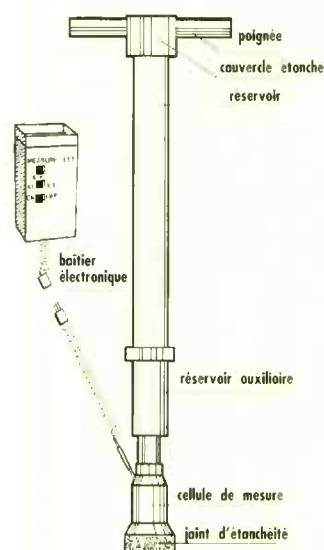
Le dihydrate de chlorure de sodium sur la chaussée

Le séchage d'une route salée en dessous de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ conduit à une recristallisation du chlorure de sodium sous une forme particulière : le dihydrate de chlorure de sodium $[\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$. Ce dihydrate se présente sous la forme d'une très fine poudre blanche donnant l'apparence d'une grande quantité de sel résiduel.

Cette apparence est souvent trompeuse car elle ne reflète pas le très faible dosage résiduel.

Comportement à l'humidité d'une chaussée salée

Il est certain qu'une chaussée salée restant humide maintiendra un meilleur dosage résiduel sur une plus longue période. Un ruissellement élimine complètement la salinité résiduelle.



Index alphabétique général

Page laissée blanche intentionnellement

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| abrasif | 151 |
| action du service hivernal | 88 |
| affichage de la température de surface | 59 |
| aide à la décision | 88 |
| aileron | 157 |
| aire de chaînage | 59 |
| aire de contact des pneumatiques | 33 |
| alerte | 88 |
| application des directives et circulaires | 77 |
| apprentissage de la conduite sur chaussée glissante | 33 |
| arrêté municipal de déneigement des trottoirs | 50 |
| assistance à personne en danger | 146 |
| astreinte | 146 |
| avalanche | 132 |
| balayeuse | 158 |
| balisage | 59 |
| bilan de l'hiver | 103 |
| bilan financier | 103 |
| bilan physique | 103 |
| bilan qualitatif | 103 |
| blanc-gelé | 125 |
| bouillie de sel | 151 |
| brouillard routier | 131 |
| carte des niveaux de service | 39 |
| catégorie d'enneigement | 113 |
| centre d'entretien et d'intervention | 163 |
| chaînes à neige | 34 |
| chaînes automatiques | 35 |
| charge de la preuve | 49 |
| code de la route | 29 |
| collaborateur occasionnel | 146 |
| communication au public | 64 |
| compétence technique | 77 |
| compte rendu d'intervention | 141 |
| conception des véhicules | 33 |
| condition du remorquage | 146 |
| condition météorologique | 117 |
| conditions hivernales de circulation | 39 |
| conditions routières | 117 |
| conduite des engins du service hivernal (article R.231-1) | 145 |
| conduite hivernale | 25 |
| congère | 132 |
| convoi blanc | 107 |
| CORAIL+ | 167 |
| déclenchement artificiel d'avalanche | 140 |

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| défaut d'entretien normal | 49 |
| déglaceuse | 158 |
| déneigement | 26 |
| déverglaçage | 26 |
| devoir de signalisation | 50 |
| disposition facilitant le déneigement | 83 |
| disposition facilitant le trafic hivernal | 59 |
| dosage résiduel | 121 |
| DOVH (document d'organisation de la viabilité hivernale) | 64 |
| droit de retrait (article L.231-8 du code du travail) | 146 |
| échelle météorologique | 113 |
| échelle routière hivernale | 113 |
| écrêtage | 140 |
| élargissement | 140 |
| engin de service hivernal | 155 |
| épandage | 139 |
| épandeuse | 156 |
| équipements des engins (article R.60) | 145 |
| équipement paravalanche | 56 |
| équipements hivernaux des véhicules | 33 |
| état des routes | 39 |
| état du trafic | 39 |
| étrave transformable | 158 |
| étrave | 158 |
| évacuateur | 159 |
| évacuation | 139 |
| exploitation sous risque d'avalanche | 107 |
| expression de la demande sociale | 67 |
| faute de la victime | 29 |
| fermeture hivernale | 107 |
| fermeture temporaire | 107 |
| fiche d'intervention | 167 |
| fonction | 88 |
| fondant liquide | 152 |
| fondant routier | 151 |
| fondant solide | 151 |
| force majeure | 49 |
| fraise | 159 |
| humide | 125 |
| humidité de l'air | 122 |
| implantation de la signalisation chaînes à neige obligatoires | 59 |
| implantation de la signalisation verglas | 59 |
| index viabilité hivernale : IVH | 113 |
| information des usagers | 64 |
| intervenant | 89 |

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| intervention de service hivernal | 139 |
| lame biaisée | 157 |
| limitation de la formation du verglas | 55 |
| limite d'efficacité d'un fondant routier | 151 |
| maîtrise matériau de service hivernal | 25 |
| Météo-France | 97 |
| motricité | 25 |
| mouillé | 125 |
| moyen de connaissance du réseau | 114 |
| neige fondante | 126 |
| neige fraîche | 125 |
| neige gelée | 126 |
| neige glacée | 126 |
| neige pulvérulente | 126 |
| neige routière | 132 |
| neige tassée | 126 |
| niveau de service | 63 |
| obligation légale de service hivernal | 50 |
| outil de raclage | 156 |
| outil de service hivernal | 156 |
| outils météorologiques | 97 |
| ouverture de col | 140 |
| panneaux de signalisation | 39 |
| paramètre météorologique | 117 |
| paramètre routier | 117 |
| patrouilleur | 88 |
| période d'activation du service hivernal | 87 |
| période hivernale | 63 |
| permanent | 88 |
| personne morale de droit public | 45 |
| PEVH (plan d'exploitation de la viabilité hivernale) | 87 |
| phénomène météorologique | 117 |
| phénomène routier | 117 |
| piquet à neige | 83 |
| plaque de glace | 125 |
| pneumatiques d'hiver | 33 |
| pneus à crampons | 33 |
| pneus neige | 34 |
| point dur | 114 |
| point régulier | 114 |
| point significatif | 114 |
| point singulier | 114 |
| porteur | 155 |
| préalerte | 88 |
| préparation au déplacement hivernal | 25 |

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| préparation d'intervention hivernale | 73 |
| préparation d'intervention hivernale | 139 |
| préparation du véhicule à l'hiver | 33 |
| prévision des conditions routières | 99 |
| prévision météorologique | 98 |
| principe d'organisation du service hivernal | 89 |
| protection contre les congères | 55 |
| rabot déneigeur | 157 |
| raclage des congères | 140 |
| raclage | 139 |
| radio-messagerie | 93 |
| réemploi de produits | 152 |
| règles d'hygiène et de sécurité | 145 |
| règles d'organisation du travail | 145 |
| réseau radiotéléphonique DDE | 93 |
| réseau téléphonique mobile | 93 |
| respect des engins de service hivernal | 29 |
| responsabilité d'un tiers | 49 |
| responsabilité en traverse d'agglomération | 50 |
| responsabilité pénale des agents | 145 |
| responsable d'intervention | 88 |
| rigueur hivernale | 67 |
| ruisselant | 125 |
| scarificateur | 158 |
| sec | 125 |
| sec-humide | 125 |
| sécurité civile | 45 |
| service hivernal | 63 |
| signalisation | 155 |
| situation météorologique | 117 |
| situation routière | 117 |
| stationnement hivernal | 26 |
| stockage des fondants liquides | 163 |
| stockage des fondants solides | 163 |
| stockage des matériels | 163 |
| structure de base | 89 |
| suivi d'intervention | 140 |
| suivi des conditions routières | 100 |
| suivi du maître d'oeuvre | 67 |
| suivi du service hivernal | 103 |
| suivi météorologique | 99 |
| surveillance routière hivernale | 73 |
| température de l'air | 122 |
| température de protection (Tc) | 121 |
| température de surface (Ts) | 121 |

| | |
|-----------------------------------------------|-----|
| température du corps de chaussée (Txj) | 121 |
| température du point de rosée (Td) | 122 |
| température extérieure | 40 |
| titre massique de la saumure | 122 |
| turbine | 159 |
| veille météorologique hivernale | 73 |
| vent routier | 131 |
| verglacé | 125 |
| verglas | 131 |
| visibilité | 25 |

Crédits photographiques :

- dessins Hervé Baudry : couverture, pages 13, 15, 17, 19, 21, 39, 41, 69, 133 ;
- verglas mode d'emploi : pages 25, 49, 55, 73, 89, 93, 121, 122, 178, 214 ;
- dessins, photos CETE de l'Est : pages 29, 34, 35, 40, 50, 55, 56, 59, 63, 98, 99, 100, 107, 114, 125, 126, 131, 140, 151, 152, 155, 158, 159, 160, 163, 175, 177, 179, 180, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 195, 198, 199, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 214 ;
- photo CETE de Lyon : page 33 ;
- Thomas constructeur : page 156 ;
- ACOMETIS : page 156 ;
- Schmidt France : page 157
- Société D.I.C. : page 158 ;
- Société Villeton : page 158.

Document réalisé par le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - Direction des routes - Sous-direction de l'entretien de la réglementation et du contentieux (R./E.G.).
Conception et réalisation : CETE de l'Est - département Gestion-Exploitation-Sécurité.
Photogravure, impression : Approche conseil - Metz.

© 1998 Observatoire National de la Route - ISBN 2-11-085837-0

Page laissée blanche intentionnellement

Usager de la route

Problématique 23

- visibilité
- motricité
- maîtrise
- préparation au déplacement hivernal
- conduite hivernale
- stationnement hivernal
- déneigement
- déverglaçage

Droits et devoirs 27

- code de la route
- faute de la victime
- respect des engins de service hivernal

Moyens à sa disposition 31

- conception des véhicules
- apprentissage de la conduite sur chaussée glissante
- préparation du véhicule à l'hiver
- équipements hivernaux des véhicules
- aire de contact des pneumatiques
- pneumatiques hiver
- pneus à crampons
- pneus neige
- chaînes à neige
- chaînes automatiques

Critères de choix 37

- conditions hivernales de circulation
- état du trafic
- carte des niveaux de service
- état des routes
- panneaux de signalisation
- température extérieure

Maître d'ouvrage

Problématique 43

- sécurité civile
- personne morale de droit public

Droits et devoirs 47

- défaut d'entretien normal
- charge de la preuve
- force majeure
- responsabilité d'un tiers
- obligation légale de service hivernal
- responsabilité en traverse d'agglomération
- arrêté municipal de déneigement des trottoirs
- devoir de signalisation

Moyens d'action 51

aménagement pour lutter contre les phénomènes 53

- limitation de la formation du verglas
- protection contre les congères
- équipement paravalanche

aménagement pour les usagers 57

- disposition facilitant le trafic hivernal
- aire de chaînage
- balisage
- implantation de la signalisation verglas
- affichage de la température de surface
- implantation de la signalisation chaînes à neige obligatoires

politique de la viabilité hivernale 61

- service hivernal
- période hivernale
- niveau de service
- DOVH (document d'organisation de la viabilité hivernale)
- communication au public
- information des usagers

Critères de dimensionnement 65

- rigueur hivernale
- suivi du maître d'œuvre
- expression de la demande sociale

Maître d'œuvre

Problématique 71

- veille météorologique hivernale
- préparation d'intervention hivernale
- surveillance routière hivernale

Droits et devoirs 75

- compétence technique
- application des directives et circulaires

Moyens d'action 79

aménagement pour faciliter le service hivernal 81

- disposition facilitant le déneigement
- piquet à neige

organisation du service hivernal 85

- PEVH (plan d'exploitation de la viabilité hivernale)
- période d'activation du service hivernal
- préalerte
- alerte
- action du service hivernal
- aide à la décision
- fonction
- permanent
- patrouilleur
- responsable d'intervention
- intervenant
- structure de base
- principe d'organisation du service hivernal

moyens de liaison interne 91

- réseau radiotéléphonique DDE
- radio-messagerie
- réseau téléphonique mobile

moyens d'aide à la décision 95

- Météo-France
- outils météorologiques
- prévision météorologique
- suivi météorologique
- prévision des conditions routières
- suivi des conditions routières

moyens de suivi du maître d'œuvre 101

- suivi du service hivernal
- bilan de l'hiver
- bilan physique
- bilan financier
- bilan qualitatif

moyens de gestion du trafic 105

- convoi blanc
- exploitation sous risque d'avalanche
- fermeture temporaire
- fermeture hivernale

Critères de dimensionnement et de décision 109

critères de choix de l'organisation 111

- index viabilité hivernale: IVH
- catégorie d'enneigement
- échelle météorologique
- échelle routière hivernale
- point significatif
- point régulier
- point singulier
- point dur
- moyen de connaissance du réseau

informations d'aide à la décision 115

- paramètre météorologique
- phénomène météorologique
- condition météorologique
- situation météorologique
- paramètre routier
- phénomène routier
- conditions routières
- situation routière

informations d'aide à la décision - paramètres routiers 119

- température de surface (Ts)
- température du corps de chaussée (Txj)

- température de protection (Tc)
- dosage résiduel
- titre massique de la saumure
- température de l'air (Ta)
- température du point de rosée (Td)
- humidité de l'air

paramètre routier - état de surface 123

- sec
- humide
- ruisselant
- plaque de glace
- neige fraîche
- neige tassée
- neige gelée
- sec-humide
- mouillé
- blanc-gelé
- verglacé
- neige pulvérulente
- neige fondante
- neige glacée

phénomène routier 129

- vent routier
- verglas
- congère
- brouillard routier
- neige routière
- avalanche

Intervenant

Problématique 135

définitions des interventions particulières 137

- préparation d'intervention hivernale
- intervention de service hivernal
- épandage
- raclage
- évacuation
- élargissement
- écrêtage
- raclage des congères
- ouverture de col
- déclenchement artificiel d'avalanche
- suivi d'intervention
- compte rendu d'intervention

Droits et devoirs 143

- responsabilité pénale des agents
- règles d'organisation du travail
- règles d'hygiène et de sécurité
- conduite des engins du service hivernal - (article R. 231-1)
- équipements des engins (article R.60)
- assistance à personne en danger
- droit de retrait (article L. 231-8 du code du travail)
- condition du remorquage
- astreinte
- collaborateur occasionnel

Moyens d'action 147

matériaux 149

- matériau de service hivernal
- abrasif
- fondant routier
- limite d'efficacité d'un fondant routier
- fondant solide
- fondant liquide
- bouillie de sel
- réemploi de produits

matériels 153

- engin de service hivernal
- signalisation
- outil de service hivernal
- outil de raclage
- rabot déneigeur
- étrave
- déglaceuse
- balayeuse
- turbine
- porteur
- épandeuse
- lame biaisée
- aileron
- étrave transformable
- scarificateur
- évacuateur
- fraise

installations fixes 161

- centre d'entretien et d'intervention
- stockage des matériels
- stockage des fondants solides
- stockage des fondants liquides

moyens de suivi d'intervention 165

- fiche d'intervention
- CORAIL+

Document disponible sous la référence **D9806** au bureau de vente des publications
du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - 92223 Bagneux Cedex - France
Téléphone : 01 46 11 31 53 et 31 55 - Télécopie : 01 46 11 33 55
Prix : 300 F