



NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES
DÉPENDANCES

64

VERGLAS, MODE D'EMPLOI !

Auteur : SETRA - CSTR

Editeur : SETRA

Février 1991

En novembre 1988, un sondage de la SOFRES révélait que 55 % des automobilistes français considéraient le verglas comme leur principal ennemi en période hivernale, et souhaitaient une lutte plus intense contre celui-ci.

Suite à ce sondage, aux conclusions du colloque du 23 novembre 1988, et à la réussite de l'opération "Salez moins, salez mieux", la Direction des Routes a décidé de lancer en 1989 une action similaire intitulée : "Verglas, mode d'emploi !"

La vocation première de cette opération est d'aider à mettre en place une lutte plus efficace et cohérente contre le verglas. Toutefois, sa réussite est conditionnée par la rigueur de l'organisation, la performance des moyens, la motivation et la compétence des hommes.

La présente note d'information résume le contenu du dossier pédagogique diffusé lors de cette opération.

1 - MIEUX COMPRENDRE LE VERGLAS

EAU sur la chaussée
+
TEMPERATURE de surface négative
= VERGLAS ROUTIER

1.1. - Notions de températures et d'échanges thermiques

L'air et la surface de chaussée ont rarement la même température.

Les variations de température de la surface de chaussée sont fonction de la composition de la chaussée, du milieu atmosphérique, et de l'environnement.

Les modes de transfert de l'énergie sont les suivants :

• **la conduction** : phénomène par lequel la chaleur s'écoule à l'intérieur d'un solide, d'une région à haute température vers une autre à basse température.

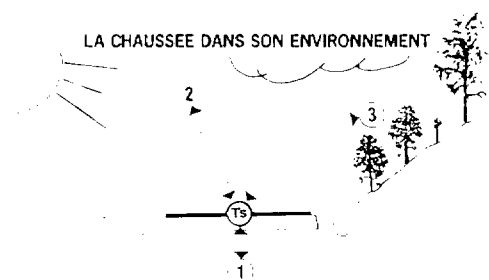
Ainsi, plus le matériau de chaussée est dense, plus la conductivité est importante.

• **la convection** : c'est l'échange de la chaleur entre une surface solide et un fluide (exemple : entre la surface de la chaussée et l'atmosphère).

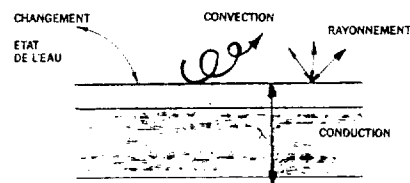
La convection est d'autant plus importante que la surface de chaussée est rugueuse et que la vitesse de l'air est grande.

• **le rayonnement** : transmission de la chaleur d'un corps à

haute température vers un corps à basse température (exemple : le soleil vers la chaussée).



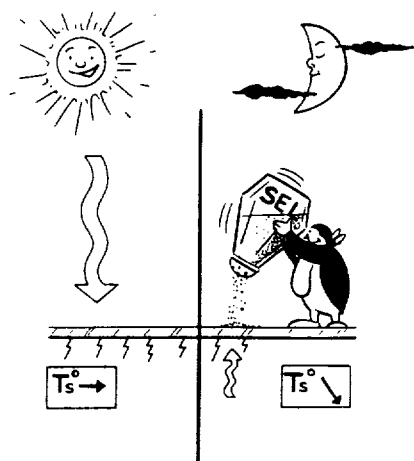
MODES DE TRANSFERT DE L'ENERGIE
A LA SURFACE D'UNE CHAUSSEE



L'eau se présente sous plusieurs états : vapeur, liquide, éventuellement en surfusion (liquide par température négative), et solide.

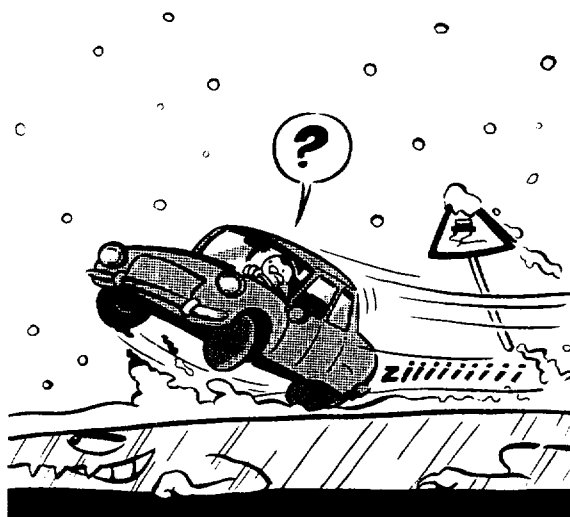
Les changements d'état de l'eau impliquent un transfert de chaleur dans le milieu. Ainsi, l'évaporation et la fusion (lors du salage d'une chaussée par exemple) absorbent de la chaleur au milieu. A l'opposé, la condensation et la congélation libèrent de la chaleur dans le milieu.

Lors de l'épandage d'un fondant, la fusion de la glace prend de la chaleur à la chaussée. La température de celle-ci s'abaisse brutalement de quelques degrés. La vitesse de ce phénomène est liée au fondant, aux températures de l'air et de la structure de chaussée.



* La pluie en surfusion : c'est une eau qui est restée à l'état liquide bien que sa température soit inférieure à 0° C.

* La glace sous la neige : l'eau provenant de la fonte de neige peut geler en surface de chaussée alors que la neige s'accumule au-dessus. Cette glace est invisible et dès lors extrêmement dangereuse.



1.2. - Les différents types de verglas

Connaître les différents types de verglas, leurs mécanismes de formation, et les types de temps associés est essentiel pour pouvoir définir les moyens pour le combattre.

La formation de verglas peut se produire suivant trois cas principaux :

• Le froid vient geler de l'eau déjà présente en surface de chaussée :

* Congélation d'humidité pré-existante : elle apparaît lorsqu'une éclaircie nocturne, générant un fort rayonnement, vient refroidir l'eau résiduelle se trouvant à la surface de la chaussée.

• L'apport d'humidité et la congélation provoqués par le refroidissement. Plusieurs cas existent :

* La gelée blanche : c'est un dépôt de glace cristalline qui se forme lors du refroidissement nocturne, par condensation solide d'une partie de la vapeur d'eau contenue dans les fines couches d'air à proximité du sol.

* Le givre blanc : à la saturation, une masse d'air refroidie libère de l'eau de condensation. Si ce refroidissement se produit en dessous de 0° C, il y a directement sublimation (transformation de vapeur d'eau en glace). La chaussée joue le rôle de face froide ($T^{\circ} < 0^{\circ} \text{C}$).

* Le brouillard givrant : c'est le dépôt sur la chaussée de gouttelettes d'eau surfondue à une température inférieure à 0° C.

• Le froid est installé et la chaussée gelée ; survient alors un apport d'eau provenant d'un radoucissement ou d'une arrivée intempestive :

* Pluie froide sur sol gelé : le processus de formation est le suivant : congélation d'une pluie à température faiblement positive sur une chaussée de température inférieure à - 4° C.

Deux cas particuliers, ne s'insérant pas dans cette liste, peuvent aussi faire leur apparition :

D'autres types de verglas peuvent apparaître :

* La neige tassée sous l'effet du compactage,

* La bouillie de neige gelée,

* La saumure gelée,

* Les plaques de glace dues à une arrivée d'eau intempestive.

A chacun des phénomènes qui viennent d'être décrits succinctement correspond un type de traitement approprié. Ces traitements sont décrits dans le guide pédagogique "Verglas, Mode d'emploi !".

2 - ANALYSE DU PROBLEME POSE PAR LE VERGLAS

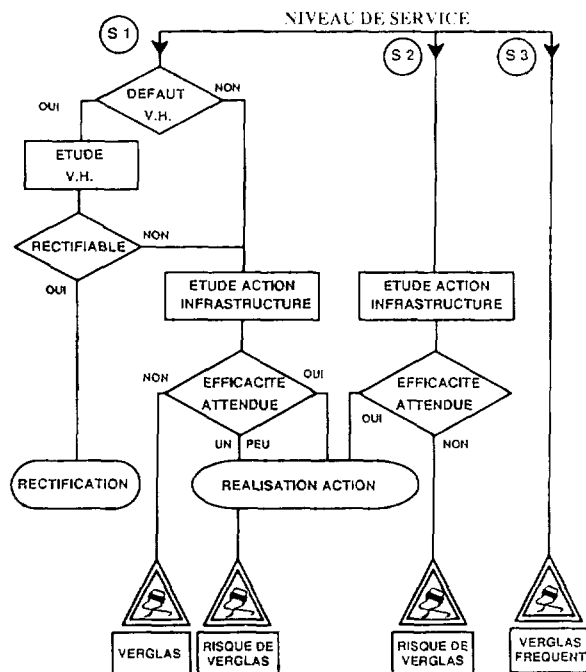
Tous les itinéraires du réseau routier sont différents. Cette différence tient principalement du rôle économique de chaque liaison, de la situation géoclimatique, mais aussi des anomalies topo-climatiques locales qui représentent autant de points singuliers potentiels.

Dans un premier temps, il convient de recenser le comportement des différentes sections routières à l'égard du verglas. On peut utilement s'appuyer sur l'expérience des personnels territoriaux riche en observations et en situations vécues. On peut également utiliser le véhicule Thermoroute pour définir l'empreinte thermo-hydrrique des chaussées concernées. Chaque zone ainsi déterminée est caractérisée par son étendue géographique et sa sensibilité au verglas.

Dans un second temps, la recherche des causes de la formation du verglas par zone permet d'étudier diverses solutions :

- actions liées à l'infrastructure visant à traiter les causes de la présence de points singuliers ou, à défaut, à limiter les effets du verglas ; ces actions, destinées essentiellement aux réseaux classés en S1 et S2 ne sont toutefois pas exclues ponctuellement sur le S3 ;

- actions opérationnelles (organisation, prévision, surveillance...) visant à empêcher, atténuer ou supprimer la présence de verglas par un traitement approprié de la chaussée ;
- actions à destination de l'utilisateur visant à améliorer la perception des dangers.



Le choix des solutions et l'urgence de leur mise en œuvre seront appréciés au regard du niveau de service attendu et de la continuité des itinéraires.

3 - ACTIONS SUR L'INFRASTRUCTURE

L'environnement général de la route joue un rôle important dans la formation du verglas. Il est donc primordial de savoir en tenir compte pour envisager des actions visant à améliorer le réseau.

Pour les tracés neufs, prendre en compte le maximum de paramètres touchant aux problèmes de service hivernal, permet d'obtenir une route sans difficulté majeure.

3.1. - Le tracé

Il est indispensable d'éviter les pentes longitudinales trop importantes dans les profils en long, car elles posent des problèmes aux poids lourds.

Il faut s'assurer de la bonne évacuation des eaux tout le long du réseau, et notamment dans les virages et les zones

de déblais. Il faut donc que la route possède des dévers et pentes transversales corrects.

Les ombres, dues aux passages en déblais, ou à l'environnement (versants de montagnes, végétation...), ainsi que les zones à courant d'air sont à éviter car elles sont propices à la formation de verglas.

Pour les tracés existants, il est primordial d'observer régulièrement les points critiques afin de prévoir des améliorations du tracé lorsqu'elles sont possibles.

3.2. - Ouvrages d'art

Les ouvrages provoquent des discontinuités thermiques et hydrauliques avec la route.

Les problèmes que posent les ouvrages d'art leur sont spécifiques : ils sont sensibles aux variations thermiques et à la corrosion causée par l'utilisation de fondants.

Ils devront être intégrés de façon spécifique dans les plans d'intervention hivernale en faisant l'objet d'une surveillance accrue, car ils constituent de véritables points sensibles. Lorsque cela est possible, on préférera dans les travaux neufs les P.I. aux P.S., car les voies interceptées sont en général de moindre importance et les P.I. moins contraignants.

3.3. - Structures

Les structures de chaussée ont des comportements thermiques différents. Ils varient suivant le type de matériau, son état, sa densité et son épaisseur.

La température de surface peut dépendre du choix des matériaux composant la structure de chaussée.

3.4. - Drainage et assainissement

Le problème de l'eau sur, et dans la chaussée, n'est pas spécifique à la lutte contre le verglas. Il faut évacuer l'eau, le plus vite possible, et le plus loin possible de la chaussée. Bien sûr, les ouvrages de drainage et d'assainissement nécessitent un bon dimensionnement. Assurer la continuité de l'écoulement naturel de l'eau est un point essentiel du bon fonctionnement des ouvrages.

Un mauvais entretien de ces ouvrages peut entraîner des dysfonctionnements, et en période hivernale des points sensibles à la formation de verglas.

3.5. - Les revêtements

Suivant ses caractéristiques, une couche de roulement sera plus ou moins favorable à l'apparition du verglas. Le comportement du revêtement varie suivant :

- la nature des granulats,
- la densité,
- la couleur,
- la macrorugosité,
- la microrugosité.

La sensibilité des revêtements au verglas est définie dans le tableau ci-dessous :

Nature des matériaux	Givre	Brouillard givrant	Humidité préexistante	Pluie sur sol gelé	Pluie en surfusion
Bétons bitumineux classiques	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	FORTE	FORTE
Enduits superficiels	MOYENNE	MOYENNE	FAIBLE	MOYENNE	FORTE
Enrobés drainants	MOYENNE	MOYENNE	FAIBLE	FORTE	FORTE
Enrobés ouverts	MOYENNE	MOYENNE	FORTE	MOYENNE	FORTE
Bétons de ciment	TRES FAIBLE	MOYENNE	FORTE	FORTE	FORTE

Sensibilité des revêtements à chaque type de verglas

Observations

- Les bétons bitumineux classiques sont sensibles au refroidissement nocturne lorsqu'ils sont neufs.
- Les enduits superficiels : le givre se forme facilement sur les pointes des granulats mais la circulation en est peu affectée.
- Les enrobés drainants : s'ils absorbent l'eau très rapidement, posent néanmoins des problèmes de givrage et de congélation à l'intérieur des pores. Le salage est parfois inefficace.
- Les enrobés ouverts : souvent, le givre se forme en surface. Possibilité de congélation du revêtement car il est gorgé d'eau. Il faut surdoser le traitement, mais éviter de traiter à la saumure.

3.6. - Accotements, parkings, aires d'arrêt

Ces dispositifs ne doivent en aucun cas être un obstacle à l'évacuation et au cheminement de l'eau.

Il est préférable que l'accotement soit dérasé avec une pente déversée du côté du fossé.

Pour les parkings et aires d'arrêt, il est impératif que, comme l'accotement, la pente soit inclinée vers le fossé. La vitesse d'écoulement des eaux des aires d'arrêt doit être au minimum égale à celle de la chaussée.

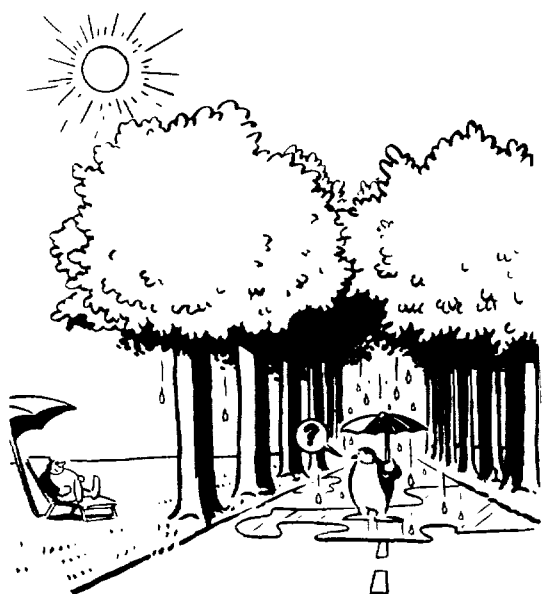
3.7. - Equipements de la route

Les équipements sur le bord des routes peuvent être générateurs d'ombres portées créant des zones plus froides, donc plus sensibles à la formation de verglas.

3.8. - La végétation

Il faut porter une attention particulière à la végétation pour éviter de créer une ambiance favorable à l'humidité et à la baisse de température.

Ainsi, il est préférable de ne pas planter côté sud, d'éloigner si possible les plantations de la chaussée, et de prévoir un élagage des arbres.



4 - ACTIONS OPERATIONNELLES

Tout comme la neige, le verglas doit faire l'objet de dispositions spécifiques dans le Plan d'Intervention Viabilité Hivernale.

Il faut pouvoir améliorer la prise de décision, notamment en anticipant l'apparition des phénomènes grâce à un bulletin météorologique adapté, à un bon suivi général de la situation, et à des patrouilles efficaces.

4.1. - L'amélioration du bulletin météorologique

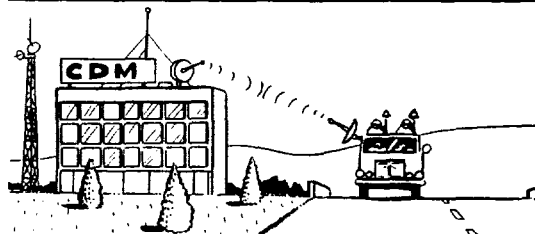
Le suivi local de la situation est le déclencheur de la prise de décision. C'est un examen permanent des conditions météorologiques et de l'état du réseau, qui doit fournir le maximum de données objectives et précises permettant au gestionnaire de se reporter à une situation connue.

Pour cela, l'emploi d'une terminologie bien claire peut faciliter la compréhension du bulletin.

Le découpage de la nuit en plusieurs plages, et de la zone d'action en plusieurs territoires permet d'affiner les probabilités.

Parler de "risque de verglas" pour prévoir le phénomène est souvent imprécis ; il vaut mieux appliquer le terme de probabilité associé à un chiffre définissant un pourcentage de risque.

De plus, une bonne collaboration entre la DDE et le Centre Départemental de la Météorologie est obligatoire pour obtenir des améliorations du bulletin météorologique.



4.2. - Le suivi local

Il est destiné à préciser, à échéance de quelques heures, la première évaluation des risques de formation de verglas faite à partir des prévisions météo et, le cas échéant, à repérer son apparition.

• Les conditions météo locales

Le suivi des conditions météo locales doit être assuré en plusieurs points particuliers du réseau. Tous les paramètres météo sont relevés. La fréquence d'observation dépend du risque présumé.

Des informations provenant d'autres sources pourront éventuellement être prises en compte afin de compléter le suivi local.

• L'état du réseau

Le suivi de l'état du réseau est assuré par les patrouilleurs.

Les informations peuvent être recueillies par observations ou par mesures effectuées sur la route. Des informa-

tions pourront aussi provenir d'observateurs extérieurs attirés, et placés en différents points du réseau.

Le suivi local est facilité par l'utilisation d'outils ou de systèmes d'aide à la décision.



4.3. - Les outils d'aide à la décision

- **Les thermomètres en verre** : ils relèvent la température, et parfois le minima et le maxima. Ils sont peu précis ; on préférera ceux gradués au 1/10°.
- **Les indicateurs numériques portables** : ils déterminent la température de l'air ou de la surface routière et l'hygrométrie. Délai de mesure : de 30 secondes à 1 minute. Leur utilisation en dessous de 5° C est déconseillée.
- **Les appareils mis à demeure sur le réseau routier ou en subdivision** : disposés sous abri, ils assurent un suivi régulier et une analyse des tendances météorologiques.
- **Les stations automatiques** : implantées en bordure de chaussée, et, reliées en réseau, elles relèvent et analysent les données de l'atmosphère et de la chaussée.

4.4. - Les systèmes d'aide à la décision

Ce sont des stations locales de mesures et d'observation. Véritables petites centrales d'analyse placées en bordure de routes, elles relèvent une multitude de paramètres, corrigent toute anomalie, et traitent les données. Les informations sont ensuite transmises par réseau spécialisé, téléphonique, hertzien ou satellitaire à une unité centrale qui les gère, les traite et les analyse à son tour.

Les Systèmes d'Aide à la Décision en Viabilité Hivernale apportent des atouts incontestés : la précision des données, une analyse temporelle, et une vision globale de la situation météo. De plus, des systèmes d'alarme peuvent être déclenchés par le biais d'analyses automatiques. Actuellement, trois systèmes sont commercialisés en France.

Le suivi des risques de formation de verglas peut aboutir à une décision d'intervention : il faut alors choisir le mode de traitement, la nature des matériaux à utiliser et son dosage, ainsi que le moment opportun pour intervenir.

4.5. - Le traitement préventif

Il a pour but d'empêcher ou de retarder la formation de glace sur la chaussée.

Il est nécessaire de bien choisir les fondants, de bien les doser et d'intervenir le plus tard possible avant le début du phénomène (traitement précuratif). Il est utile d'assurer une surveillance après exécution du salage.

Les dosages à employer sont les suivants :

Sel solide	Saumure	Bouillie
10 à 15 g·m ²	12,5 à 25 cm ³ ·m ² soit 4 à 8 g·m ² sel	8 à 10 g·m ² de sel + 15 à 25 % de saumure

Dosages préconisés pour le traitement préventif

4.6. - Le traitement curatif

Il a pour but d'éliminer le plus vite possible le verglas déjà formé.

Il est inutile de traiter avec des fondants chimiques si la température n'est pas comprise dans leur plage d'utilisation.

On utilisera les dosages suivants : 20 à 30 g·m².

Les abrasifs sont utilisés quand la température est trop basse, ou sur les itinéraires à niveaux de service faibles. Ils sont peu efficaces, et nécessitent souvent des épandages fréquents en raison de leur projection par le passage des véhicules. Cependant, dans certains cas, ils sont le seul moyen de maintenir la circulation.

5 - ACTIONS VERS L'USAGER

Les actions d'organisation interne à la DDE doivent être complétées par des actions de communication à l'égard des usagers.

5.1. - L'information routière en temps réel

La notion de temps réel est très importante chez les usagers car ceux-ci adaptent leurs déplacements en fonction des informations recueillies.

Elles devront être fiables dans le temps, crédibles, et renouvelées régulièrement. Le langage sera compréhensible, les situations décrites identifiables. L'information sera plus ou moins affinée suivant le niveau de service des routes concernées.

5.2. - La campagne "grand public"

Il est également souhaitable de lancer une opération médiatique à destination des usagers, par exemple à travers la presse. Il est essentiel que cette campagne se termine avant les premiers risques d'apparition de verglas.

Des notions et des conseils sur la conduite à adopter, sur les équipements hivernaux, sur l'adhérence, mais aussi sur les panneaux et leur signification peuvent être développés à cette occasion.

5.3. - Les panneaux

Il est conseillé de signaler le risque de verglas à condition de limiter la signalisation au strict nécessaire pour ne pas entamer sa crédibilité : il faut respecter l'article 30-1 de la deuxième partie du livre I de la signalisation routière.

Pour cela, on utilise le panneau A4 agrémenté d'un panneau M9 d'indications diverses :

- "Verglas fréquent".
A déposer hors période hivernale.
- "Risque de verglas".
A occulter hors période de risque.
- "Verglas".
A occulter hors période effective de verglas.
- "Plaques de glace".

Panneau posé temporairement en présence de risque intempêtif de plaque de glace. Il est utilisé pour les verglas appelés "non atmosphériques" ;

Un afficheur de température au sol associé à un panneau C50 permet d'informer l'usager des risques qu'il peut trouver localement.

Ces informations peuvent également être délivrées par des panneaux à message variable.

5.4. - Les aspects juridiques

Pour plus de précision à ce sujet, se reporter à la note d'information du SETRA : "Les problèmes juridiques liés au service hivernal". (Voir bibliographie).



BIBLIOGRAPHIE

- Guide pédagogique : "Je sale moins, je sale mieux !" - CETE de l'Est - 1987.
- Note d'information : "Je sale moins, je sale mieux - Le pense-bête du parfait saleur" - SETRA - Série Chaussées - Dépendances n° 53.
- Guide pédagogique : "Verglas, mode d'emploi !" - SETRA - 1989.
- Note d'information : "Les Systèmes d'Aide à la Décision en matière de Viabilité Hivernale (SAD-VH)" - SETRA - Série Circulation - Sécurité - Equipement - Exploitation, n° 72
- Note d'information : "Les problèmes juridiques liés au service hivernal" - SETRA - Série Circulation - Sécurité - Equipement - Exploitation, n° 89.

Cette note a été rédigée par :

Didier BOUEY
Denis GELIN
Centre de la Sécurité et des Techniques Routières (C.S.T.R.)
Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (S.E.T.R.A.)

S.E.T.R.A., 46, Avenue Aristide-Briand, 92223 BAGNEUX - France
Tél. (1) 42.31.31.31 - Télex : 260763 SETRA BAGNX

Renseignements techniques : D. BOUEY - S.E.T.R.A. - C.S.T.R. - Tél. (1) 42.31.34.10
D. GELIN - S.E.T.R.A. C.S.T.R. - Tél. (1) 42.31.31.30

Bureau de vente : Tél. (1) 42.31.31.55 - (1) 42.31.31.53 - Référence du document : **D 9108**
Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **C13**

AVERTISSEMENT :

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.