



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la
communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle
comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Signalisation variable (de danger et de prescription) Panneaux à messages variables

**Vorschrifts- und Gefahren-Wechselsignale
Wechseltextanzeigen**

**Variable signs (danger and prescription)
Variable message signs**

**Robert-Grandpierre et Rapp S.A., Lausanne
A. Robert-Grandpierre, ing. dipl. EPF
S. Kaitanen, dipl. Ing. HUT
L. Thalmann, Ing. dipl. ETS**

**Rapp Trans, Basel
S. Vogt, ing. dipl. EPF**

**Mandat de recherche VSS 1998/184 sur demande de
l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)**



Signalisation variable (de danger et de prescription) Panneaux à messages variables

Vorschrifts- und von Gefahren- Wechselsignalen, Wechseltextanzeigen

Centre de recherche : Robert-Grandpierre et Rapp SA
Av. Ruchonnet 12
CH - 1003 Lausanne

RAPP TRANS
Hochstrasse 100
CH – 4018 Basel

Auteur : André Robert-Grandpierre, dipl. Ing. EPF

Collaborateurs : Susanna Kaitanen, dipl. Ing. HUT (Finlande)
Laurence Thalmann, dipl. Ing. ETS
Simon Vogt, dipl. Ing. EPF

Mandat de recherche 1998/184 sur proposition de l'Union des professionnels suisse de la route (VSS)

Juin 2005

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ	1
ZUSAMMENFASSUNG	1
ABSTRACT	1
1 INTRODUCTION	1
2 ANALYSE DES SYSTEMES EXISTANTS	3
2.1 A2 BÂLE – HÄRKINGEN (BL-SO)	3
2.2 A1 GENEVE – COPPET	4
2.3 A1/A9 CONTOURNEMENT DE LAUSANNE	4
2.4 A1 GRAUHOLZ (BE)	5
2.5 A2/A14 LUZERN	6
2.6 A1 BERN, SOLOTHURN, AARGAU (VBS 01)	8
2.7 A1 BAREGG - (BIRMENSTORF – BADEN – NEUENHOF)	10
2.8 A4 KANTON ZUG	11
2.9 TUNNEL DE PETUEL, MUNICH EN BAVIERE, ALLEMAGNE	11
2.10 MESSESTADT-RIEM, MUNICH, ALLEMAGNE	12
2.11 GRANDE DÉVIATION KARLSRUHE-STUTTART, BADEN WÜRTTENBERG, ALLEMAGNE	12
2.12 MARIUS – MARSEILLE, BOUCHES-DU-RHONE, FRANCE	13
2.12.1 Première période d'expérimentation : l'évaluation du prototype en laboratoire et sur site réel	15
2.12.2 Seconde période d'expérimentation : étude en laboratoire et enquêtes	16
2.13 SYSTEME D'AVERTISSEMENT DE BOUCHONS A HELSINKI, FINLANDE	17
2.14 GESTION DES AUTOROUTES AUX PAYS-BAS	18
2.15 AUTOROUTE KØGE BUGT, COPENHAGUE, DANEMARK	21
2.16 TUNNELS D'OSLO EN NORVEGE	22
2.17 EXPERIMENTATION EN SUEDE	23
2.18 SYSTEME DYNAMIQUE DE LA LIMITATION DES VITESSES EN AUSTRALIE	23
2.19 PREMIERES CONSTATATIONS RELATIVES AUX SYSTEMES EXISTANTS	25
2.20 CONCLUSIONS	30
3 REGLES DE BASES POUR LA SIGNALISATION VARIABLE	31
3.1 PRINCIPES	31
3.2 SIGNALISATION VARIABLE DE VITESSE	31
3.2.1 Forme	31
3.2.2 Implantation des positions avec des signaux variables	32

3.3	SIGNALISATION VARIABLE DE DANGER	33
3.3.1	Généralités	33
3.3.2	Forme et contenu	33
3.4	INSTALLATION DES SIGNAUX VARIABLES	34
4	UTILISATION DES PMV/PIV	36
4.1	APPLICATIONS PRINCIPALES	36
4.1.1	Définitions	36
4.1.2	Objectifs	36
4.1.3	Règles générales d'implantation	37
4.1.4	Application locale	37
4.1.5	Application d'axe routier	37
4.1.6	Application liée à un réseau (PMV)	38
4.1.7	Avantage	38
4.2	FORME ET CONTENU DES PMV/PIV	38
4.2.1	Principes à respecter	38
4.2.2	Pictogrammes	41
4.2.3	Géométrie des panneaux	41
4.3	COMPOSITION DE MESSAGES ET AFFICHAGE	44
4.3.1	Messages sur les PMV	45
4.3.2	Messages sur les PIV	49
4.4	CATEGORIES DE MESSAGE	51
4.4.1	Messages d'annonce sur l'autoroute	51
4.4.2	Messages de gestion du trafic (TMP Traffic Management Plan)	54
4.5	PRIORITES ENTRE MESSAGES	55
5	REGLES DE BASES POUR LA SIGNALISATION VARIABLE POUR LES POIDS LOURDS	57
5.1	SIGNAUX EN QUESTION	57
5.2	COMBINAISON DE SIGNAUX	57
6	ETAT DE REPOS	58
7	CONCLUSIONS	59
7.1	OBJECTIF	59
7.2	BESOIN ET BENEFICE	59
7.3	SITUATION ACTUELLE	59
7.4	PRINCIPES A RESPECTER	60

RÉSUMÉ

L'objectif de ce mandat de recherche est de définir des directives pour la mise en place des signaux variables de prescription et de danger, ainsi que pour les panneaux à messages variables et à informations variables.

La première partie de cette étude porte sur les systèmes de régulation du trafic existants en Suisse, en Europe et en Australie.

Sur la base de ces expériences, la deuxième partie de ce rapport définit des règles pour la signalisation variable (danger et prescription) et les tableaux d'information variable (PMV/PIV).

SYSTEMES DE GESTION DU TRAFIC EXISTANTS

Les analyses réalisées dans certains pays au moyens d'enquêtes auprès des utilisateurs et des statistiques montrent que la sécurité sur les autoroutes a été améliorée (-25% d'accidents au Pays-Bas) et qu'il y a une augmentation de la capacité en section courante (4% à 5% au Pays-Bas). De ce fait, la durée et la fréquence des ralentissements sont réduites.

Il est primordial de définir l'objectif avant de mettre en œuvre un tel système. En effet, les tableaux d'information variables n'ont pas la même application que les signaux variables de vitesse. Les premiers ont des effets à moyen et long termes sur un vaste réseau, tandis que les seconds ont des effets à court terme sur un tronçon limité à quelques kilomètres.

Pour ce qui est des tableaux d'informations variables PMV/PIV, les principales différences se situent au niveau de la quantité et du contenu des textes affichés. Il est nécessaire d'harmoniser ces textes, notamment au niveau des dénominations et des abréviations. De plus, il faut éviter la redondance entre le texte et le pictogramme. Ce dernier permet de transmettre une information compréhensible (pas de barrière de langue) par la plupart des usagers. Les signaux de prescription doivent être notamment exclus.

REGLES DE BASES POUR LA SIGNALISATION VARIABLES

La signalisation variable comprend des signaux de prescription (y compris les signaux de limitation de vitesse) et des signaux de danger. Ils sont sous forme de pictogrammes ou de symboles complétés d'un texte éventuel.

Dans cette partie du rapport les règles de bases sont traitées pour les points suivants :

- Dimension du signal variable ;
- Pictogramme et texte complémentaire ;
- Forme et dimension de l'image ;
- Implantation du signal ;
- Principe de base : abaissement et lissage des vitesses.

REGLES DE BASE POUR LES PMV/PIV

Les PIV et les PMV n'ont pas la même application. Les premiers sont utilisés pour afficher un message d'information, tandis que les seconds sont utilisés pour afficher des messages d'information et de délestage.

Ces panneaux seront appelés communément tableaux dynamiques d'information.

Dans cette partie du rapport les règles de bases sont traitées pour les points suivants :

- Dimension du caisson ;
- Pictogramme et lignes de texte ;
- Type de message ;
- Priorités entre messages ;
- Implantation du signal ;
- Influence de l'emplacement du PMV par rapport à l'événement : Le contenu du message dépend de ce paramètre.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieses Forschungsauftrages ist die Erarbeitung von Richtlinien für die Anwendung von Vorschrifts- und von Gefahren-Wechselsignalen sowie von Wechseltextanzeigen mit Mitteilungen und Informationen.

Im ersten Teil der vorliegenden Studie werden bestehende Verkehrsleitsysteme in der Schweiz, im übrigen Europa und in Australien untersucht.

Aufgrund dieser Ergebnisse werden im zweiten Teil Regeln für die Wechselsignalisation (Vorschrifts- und Gefahrensignale) und für Wechseltextanzeigen definiert.

BESTEHENDE VERKEHRSSLEITSYSTEME

Die in verschiedenen Ländern durchgeführten Untersuchungen mit Befragungen von Verkehrsteilnehmern und die Auswertung von Statistiken zeigen, dass die Sicherheit auf Autobahnen verbessert werden konnte (25% weniger Unfälle in den Niederlanden) und dass eine Steigerung der Kapazität der einzelnen Strassenabschnitte (4-5% in den Niederlanden) zu verzeichnen war. Dadurch konnten Dauer und Häufigkeit von Verkehrsbehinderungen reduziert werden.

Es ist unabdingbar, vor der Auslegung eines solchen Systems die Zielsetzung genau festzulegen. Wechseltextanzeigen haben nicht die gleiche Wirkung wie Wechselsignale. Während erstere mittel- bis langfristige Effekte auf einem grösseren Netz zeigen, bewirken letztere kurzfristige Verhaltensänderungen auf einem Strassenabschnitt von einigen Kilometern.

Bezüglich der Wechseltextanzeigen sind die grössten Unterschiede bei Umfang und Inhalt der angezeigten Mitteilungen festzustellen. Eine Vereinheitlichung insbesondere hinsichtlich der Benennungen und Abkürzungen ist notwendig. Ferner ist eine Redundanz zwischen Text und Piktogrammen zu vermeiden. Die Anzeige solcher Piktogramme gestattet, eine für die meisten Verkehrsteilnehmer verständliche (keine Sprachbarrieren) Vermittlung von Information. Ausgeschlossen sind namentlich Vorschriftsignale.

GRUNDREGELN FÜR WECHSELSIGNALISATIONEN

Wechselsignalisationen umfassen Vorschriftssignale (einschliesslich der Höchstgeschwindigkeit) sowie Gefahrensignale. Sie enthalten ein oder mehrere Piktogramme und evtl. einen ergänzenden Text.

In diesem Teil des Berichts werden die Grundregeln für die folgenden Aspekte festgelegt:

- Abmessungen der Wechselsignale;
- Piktogramme und ergänzende Texte;
- Form und Abmessungen des Piktogrammes;
- Standorte der Signale;
- Grundprinzip : Senkung und Harmonisierung der Geschwindigkeiten

GRUNDREGELN FÜR WECHSELTEXTANZEIGEN

Bei den Wechseltextanzeigen wird unterschieden zwischen Informations- und Mitteilungs-Anzeigen. Während auf den Informations-Anzeigen nur kurze Texte angezeigt werden, sind bei den Mitteilungs-Anzeigen Hinweise auf mögliche Umfahrungsrouten möglich.

In diesem Teil des Berichts werden die Grundregeln für folgende Punkte behandelt:

- Abmessungen der Anzeigetafeln;
- Piktogramme und Textzeilen;
- Art der Mitteilungen;
- Prioritäten der Mitteilungen;
- Standorte der Anzeigen;
- Einfluss der Standortwahl in Abhängigkeit des Ereignisses.

ABSTRACT

The objective of this research mandate was to define directives for the implementation of the variable signs of prescription and danger, as well as for the variable message signs (VMS) and variable information signs (VIS).

The first part of the study focuses on existing systems of traffic control in Switzerland, in Europe and in Australia. Based on this knowledge, the second part of the rapport defines the rules for the use of the variable signs of danger and prescription and variable information boards (VMS/VIS).

EXISTING TRAFIC MANAGEMENT SYSTEMS

In according to the questionnaires of the users and the statistics conducted in certain countries the safety on motorways has been improved (accident reduction of 25 % in the Netherlands). Furthermore, there is an increase of capacity on a current road section (from 4 % to 5 % in Netherlands). Therefore, the duration and the frequency of traffic jams are reduced.

It is essential to define the objective before implementing such a system. In fact the variable information boards do not have the same application as the variable speed signs. The first ones have average and long term effects on a vast network, whereas the second ones have short-term effects on a road section limited to a few kilometres.

As for the concern of VMS and VIS, the main differences are at the level of the quantity and the content of posted text. It is necessary to harmonise these texts especially concerning names and abbreviations. Furthermore, it is important to avoid redundancy between text and pictogram. The latter allows to pass on an understandable piece of information without a language barrier to most of the users. The signs of prescription must notably be excluded.

BASIC RULES FOR VARIABLE SIGNALISATION

The variable signalisation includes the signs of prescription (also speed limit signs) and the signs of danger. They are in the form of pictograms or symbols completed by a possible text.

In this part of the study the basic rules have been formulated for the following cases :

- Dimension of the variable sign ;
- Pictogram and additional text ;
- Shape and dimension of the image ;
- Installation of the sign ;
- Basic principle: reduction and smoothing of speeds.

BASIC RULES FOR VMS/VIS

The variable information sign VIS and the variable message sign VMS do not have the same application. The first ones are used to post a piece of information whereas the second ones several pieces of information with re-routing.

These signs will be commonly called « dynamic information boards ».

In this part of the report the basic rules are formulated for the following cases :

- Dimension of the message board ;
- Pictogram and the lines of text ;
- Type of message ;
- Priorities between messages ;
- Installation of the sign ;
- Influence of the placement of the VMS with regard to the event: content of the message depends on this parameter.

1 INTRODUCTION

La saturation des autoroutes conduit à chercher des mesures d'exploitation plus efficaces; que ce soit pour augmenter la fluidité ou la sécurité. Une de ces mesures consiste à utiliser de la signalisation variable de vitesse.

Dans le cadre de la gestion du trafic sur les autoroutes et semi-autoroutes, l'utilisation de la signalisation variable est de plus en plus fréquente. Il est donc nécessaire de fixer des règles concernant l'utilisation de ce type de signalisation.

L'utilisation de Panneaux à Messages Variables (PMV) est également de plus en plus fréquente. Il est donc indispensable, au vu des développements récents, d'établir des règles permettant d'harmoniser ces panneaux. Les directives, ainsi que les diverses études et analyses effectuées en France et en Europe, seront prises en compte.

Les PMV sont de grands signaux rectangulaires ayant en général un pictogramme et des lignes de texte. La dénomination de « panneaux à messages variables » nous paraît être la plus appropriée ; celle-ci sera confirmée dans le cadre de ce mandat de recherche.

La norme de base SN 640'800 « Gestion du trafic sur autoroutes et semi-autoroutes » fixe les différentes normes de ce domaine.

- o Emploi et utilité des systèmes de gestion du trafic (SN 640'801)
- o Systèmes de feux de fermeture temporaire des voies / FTV (SN 640'802)
- o **Signalisation variable de danger et de prescription (SN 640'803)**
- o Signalisation variable de direction (SN 640'804)
- o **Panneaux à messages variables (SN 640'805)**
- o Utilisation temporaire des bandes d'arrêt d'urgence (SN 640'806)
- o Dosage et contrôle d'accès (SN 640'807)
- o Réception, exploitation, entretien des signaux variables (SN 640'808)

La norme SN 640'802 « Système de feux de fermeture temporaire des voies (FTV) » a été publiée en 1999. Les signaux variables de vitesse sont un complément indispensable à ces feux, il est donc urgent de sortir la norme concernant ces signaux.

De plus, la norme SN 640'802 a remplacé la norme SN 640'826 qui traitait des signaux variables de manière générale ; c'est pourquoi il faut également combler les lacunes ainsi créées.

La norme européenne (Projet PR NF EN 12966-1; projet définitif) : « Signaux de signalisation routière verticale - Partie 1 : panneaux à messages variables » est aussi examinée pour refléter la situation actuelle en Suisse.

La présente recherche doit permettre d'établir les règles pour la planification, l'exécution et l'exploitation de la signalisation variable de danger et de prescription, ainsi que des panneaux à messages variables.

Cette recherche doit traiter de la nécessité d'utiliser des signaux variables de police (signalisation de danger et de prescription), afin de gérer le trafic sur les autoroutes et semi-autoroutes lors de conditions particulières d'exploitation et du trafic.

Elle doit contenir un procédé simple de décision qui permet d'établir quand et quelles mesures peuvent être prises, par exemple la limitation variable de la vitesse, l'utilisation sélective des voies ou l'interdiction de dépasser surtout pour les poids lourds.

Pour respecter un délai serré, cette recherche se limitera à la signalisation dite de « police » concernant les signaux de danger, les signaux de prescription et les signaux de disposition des voies de circulation.

Selon la norme SN 640'803, la signalisation variable de police comprend les signaux de danger :

- Chaussée glissante (OSR 1.05),
- Travaux (OSR 1.14),
- Autres dangers (OSR 1.30),
- Bouchon (OSR 1.31).

et les signaux de prescription :

- Vitesse maximale (OSR 2.30),
- Interdiction aux camions de dépasser (OSR 2.45),
- Distance minimale (OSR 2.47),
- Fin de la vitesse maximale (OSR 2.53),
- Fin de l'interdiction aux camions de dépasser (OSR 2.56) et
- Libre circulation (OSR 2.58).

La signalisation variable de police comprend aussi des signaux de « limitation de vitesse OSR 2.31» .

Pour les panneaux à messages variables, cette recherche devra définir le contenu possible des textes et les types de pictogrammes associés, la dimension des lettres, des pictogrammes et des panneaux, le nombre de lignes et de caractères, ainsi que la forme et la dimension du panneau.

Il est important que les informations affichées sur ces panneaux soient conformes à des règles valables dans la plupart des pays européens. De même, ces informations devront être coordonnées avec les autres informations routières (radio, RDS-TMC, etc.).

La recherche précisera également les informations qui peuvent être affichées à l'état de repos sur les panneaux à messages variables.

2 ANALYSE DES SYSTEMES EXISTANTS

2.1 A2 BÂLE – HÄRKINGEN (BL-SO)

Le tronçon compris entre l'échangeur de Hagnau et l'échangeur de Härkingen de la A2 (km 6.000 au km 42.000) a été équipé de deux systèmes de gestion du trafic. Entre Bâle et Augst, le système est composé des équipements suivants :

- Signaux variables de limitation de vitesse ;
- Signaux variables de danger (bouchons, chaussée glissante, travaux, autres dangers) ;
- Panneaux à messages variables ;
- Signalisation directionnelle variable ;
- Caméras vidéo ;
- Boucles de comptages (direction BL-SO).

La longueur du tronçon équipé est de 8 km. Les positions de signalisation en section sont de conceptions différentes. Certains tronçons sont équipés de signalisation variable de vitesse et de signalisation variable de danger, d'autres uniquement de signaux variables de vitesse ou de danger.

La distance entre les positions de signalisation varie de 1'000 à 400m. L'inter-distance est en fonction de la géométrie de la route. Le choix des concepteurs s'est porté sur des inter-distances plutôt courtes pour avoir une meilleure attention des automobilistes et par-là même un meilleur respect de la signalisation.

La détection d'incident est réalisée au moyen de boucles inductives fraisées dans la chaussée et reliées à un compteur de trafic. La distance entre les positions avec des boucles est de 500 à 1'000m. Un algorithme de calcul, basé sur la vitesse et le débit, permet de déterminer les niveaux de saturation du trafic et d'évaluer la durée probable du bouchon pour informer les conducteurs.

Pour l'activation des signaux variables de vitesse, il y a 15 scénarios de vitesse préprogrammés. Il est également possible d'enclencher des vitesses de 80km/h et 60km/h manuellement.

Le système de détection du trafic est complété par des caméras vidéo pour le contrôle visuel du tronçon.

Des panneaux à messages variables pour le délestage existent, les messages sont fixes et préprogrammés. Ces panneaux sont prévus avec trois lignes de 15 caractères et une zone pour les pictogrammes qui sont au nombre de 7.

L'enclenchement d'un scénario de vitesse s'effectue en progressif selon la vitesse prescrite et par pas de 20km/h.

L'utilisation de l'installation est quotidienne et a permis de réduire le nombre d'accidents.

Entre Augst et Härkingen, il existe des restes d'un deuxième système : ces installations spéciales se trouvent entre les km25'785 et km33'896 pour la direction sud et entre les km39'995 et km37'162 pour la direction nord. Ils ont servis à la gestion du trafic sur les rampes d'accès au Belchen pendant les chantiers pour la remise en état de ces deux tunnels.

2.2 A1 GENÈVE – COPPET

Ce système de gestion du trafic est composé de signaux variables de vitesse et de danger (bouchons, chaussée glissante, travaux, autres dangers).

La longueur du tronçon équipé est de 15,2km. Il va de l'aéroport de Genève - Cointrin à la jonction de Coppet. Son extension jusqu'à Nyon est prévue.

Les signaux variables de vitesse et de danger (bouchons, chaussée glissante, travaux, autres dangers) sont implantés aux mêmes positions. Les signaux variables de danger ont une ligne de huit caractères pour une information complémentaire. Les signaux variables de danger, à l'entrée du système, ont deux lignes de huit caractères afin d'informer les usagers sur les temps de parcours pour franchir le système.

La distance entre les positions est de 1'500m en moyenne, de 540m au minimum et de 1'840m au maximum. Une position avec de la signalisation variable de vitesse est placée après chaque rampe d'entrée et chaque rampe convergente des échangeurs (à la fin de la zone d'accélération et d'insertion).

Un panneau à messages variables muni de trois lignes de 15 caractères et d'un pictogramme est installé à l'entrée de Genève.

Une détection automatique de bouchon au moyen de caméras vidéo est en service. Plusieurs algorithmes de calcul, tels que la vitesse moyenne et le taux d'occupation, permettent de déterminer les niveaux de saturation du trafic auxquels sont reliés des Régimes de Circulation (RC) de vitesse. La position des caméras de détection est identique à la position de la signalisation. En plus de ces caméras de détection, il y a quelques caméras de surveillance.

Au vu de la distance très grande entre les positions de signalisation, un abaissement des limitations de vitesses par pas de 40km/h est appliqué pour passer de 120km/h à 80km/h. Le passage de 80km/h à 60km/h, respectivement 40km/h se fait par pas de 20km/h. Ceci permet d'appliquer un abaissement de la vitesse sur une distance qui reste raisonnable.

2.3 A1/A9 CONTOURNEMENT DE LAUSANNE

Le système de gestion du trafic comprend des signaux variables de limitation de vitesse et trois panneaux à messages variables munis de trois lignes de 15 caractères et d'un pictogramme. Il n'y a pas de signaux variables de danger. De ce fait, l'information aux usagers se fait uniquement au moyen des panneaux à messages variables. Au vu de leurs emplacements et du réseau autoroutier considéré, il s'est avéré que cette solution est insuffisante. Il y aurait lieu de placer quelques tableaux dynamiques d'information (voir définition ch.4.1.1) supplémentaires.

La distance entre les positions est de 1'350m en moyenne, de 250m au minimum et de 2'900m au maximum. Lors de l'élaboration du projet, les règles d'implantation des signaux relatives aux jonctions et aux échangeurs, ainsi qu'un souci d'économie, ont conduit à des distances qui se sont avérées trop grandes dans la pratique.

La gestion du trafic au moyen de signaux variables se fait à l'aide de scénarios calculés en fonction des événements. Une liaison existe entre les limitations de vitesse et l'affichage sur les PMV. L'abaissement des vitesses est appliqué de la même manière qu'à Genève avec un pas de 40km/h lors du premier abaissement de vitesse et un pas de 20km/h pour les autres abaissements.

2.4 A1 GRAUHOLZ (BE)

La longueur totale du tronçon équipé d'un système de gestion du trafic sur la A1 Grauholz est d'environ 20 km (Figure 1). Il y a 40 signaux variables disposés le long de l'autoroute dans un intervalle moyen de 1'300m (de 500m à 2'500m). En situation normale, ils affichent automatiquement un message en fonction de l'état de circulation qui est déterminé au moyen de boucles inductives.

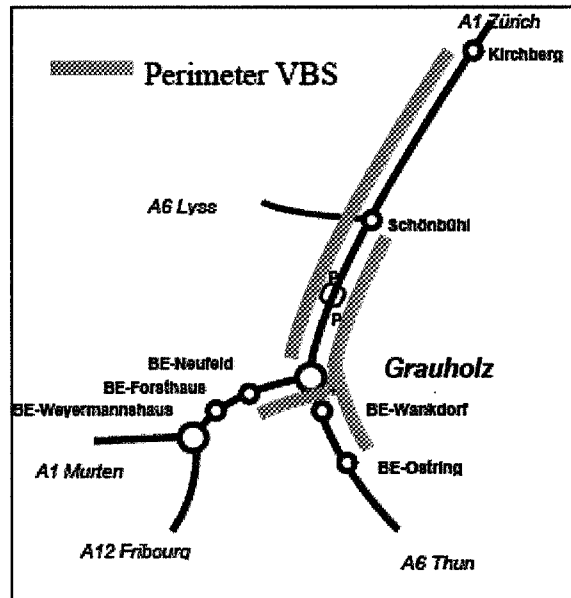


Figure 1 : Tronçons autoroutiers A1 et A6 équipés d'un système de gestion du trafic.

Les signaux (24 signaux sur 40) qui affichent en permanence une image sont des signaux à prismes ; ceux-ci disposent de trois images différentes. Les annonces temporaires sont affichées sur les signaux à fibres optiques (Figure 2).



Figure 2 : Exemple de signaux à fibres optiques utilisés au Grauholz.

Si la circulation devient dense, la vitesse autorisée est réduite par pas de 20km/h jusqu'à une vitesse minimale de 80km/h (60km/h possible manuellement). Si la circulation devient encore plus perturbée, en plus de la signalisation de vitesse, le signal « bouchon » est affiché. D'autres signaux (travaux, accident, danger, fermeture temporaire d'une voie ;) peuvent être affichés seulement manuellement.

2.5 A2/A14 LUZERN

Le tronçon autoroutier sur la A2 et la A14 à Luzern d'une longueur de 20km est équipé de PMV. Ces derniers sont situés comme suit :

- A2/3 Riffig – Reussegg (Emmen) ;
- A14 Rathausen (Buchrain) ;
- A2/6 Arsenal – Kt. Grenze LU/NW (Hergiswil) ;
- A2/5 Grosshof (Arsenal).

Le contenu des **messages d'annonces locales** inclut la fermeture du tunnel, la fermeture de la sortie avec recommandation d'itinéraire, les travaux, les messages de danger concernant les bouchons (avec le temps d'attente) et les conditions météorologiques (exemples en Figure 3).

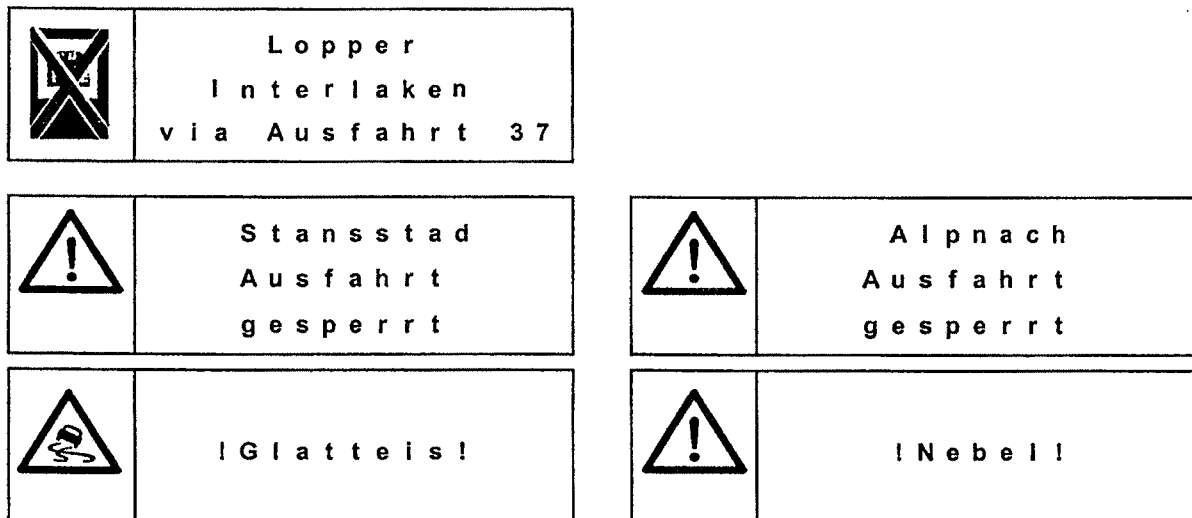


Figure 3 : Exemples de messages d'annonces locales (contenus des PMV de Hergiswil).

Le contenu des **messages d'annonces du réseau** concerne les événements pour les poids lourds (la route/la douane fermée, le temps d'attente), les bouchons avec le temps d'attente et les fermetures d'autoroute / du tronçon routier / du tunnel (exemples en Figure 4).

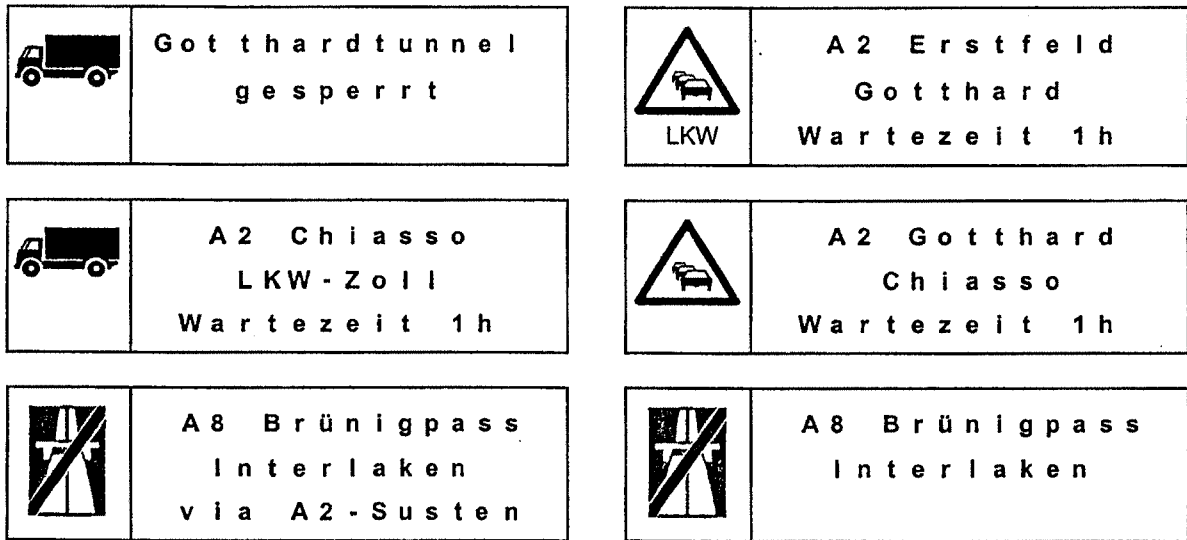


Figure 4 : Exemples de messages d'annonces concernant le réseau (contenus des PMV de Hergiswil).

2.6 A1 BERN, SOLOTHURN, AARGAU (VBS 01)

Le tronçon équipé d'un système de gestion du trafic sur la A1 VBS 01 entre Berne, Soleure et Argovie a une longueur d'environ 80km et comprend 14 panneaux à messages variables (Figure 5).

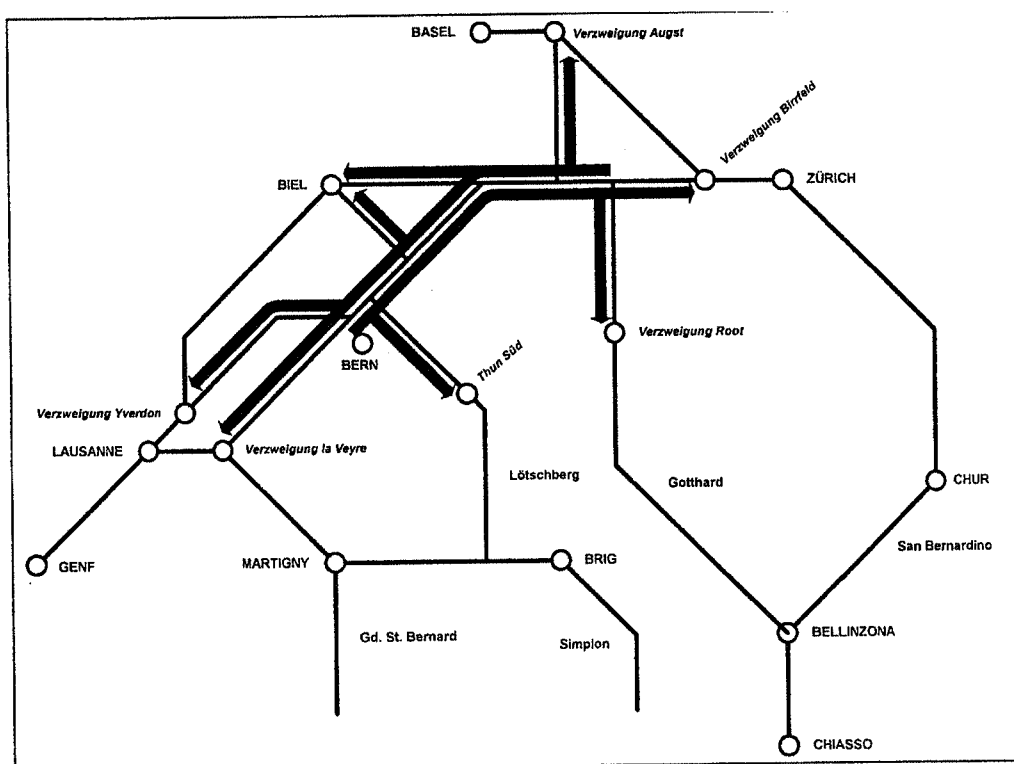














Figure 5 : Périimètre du tronçon équipé d'un système de gestion du trafic dans les cantons de Bern, Solothurn et Aargau.

Les événements suivants sont communiqués entre PMV (Tableau 1) :

- Accident ;
- Bouchon ;
- Chantier/ travaux d'entretien ;
- Sortie d'autoroute/ tronçon d'autoroute fermée ;
- Autres événements.


Tableau 1 *Événements : Concept et exemples d'application.*

Nr.	Ereigniss	Anzeigekonzept		Beispiel	
1	Unfall	 Unfall	Ax Anschluss X → Anschluss Y Unfall	 Unfall	Ax Anschluss X → Anschluss Y Unfall
2	Stau		Ax Anschluss X → Anschluss Y x km Stau		A1 Oensingen → Härkingen 4 km Stau
3	Baustelle		Ax Anschluss X → Anschluss Y Unfallgefahr		A2 Egerkingen → Belchentunnel Unfallgefahr
4	gesperrte Autobahnausfahrt		AX Ausfahrt Anschluss X gesperrt		A6 Ausfahrt Bern-Ostring gesperrt
5	gesperrter Autobahnabschnitt		AX Anschluss X → Anschluss Y gesperrt		A1 Bern-Ostring → Bern-Forsthaus gesperrt
6	andere Ereignisse		AX Anschluss X → Anschluss Y Ereignisse		A1 Niederbipp →Wangen a. A. Fahrzeugbrand

Les événements sont également définis pour la gestion des délestages (5 systèmes définis ; par exemple la gestion du délestage de l'Expo.02). Ils sont sous les formes suivantes :

- Information ;
- Information et recommandation (où 2 PMV sont à disposition) ;
- Recommandation (Figure 6).

1. WTA: Information

	A1 Avenches → Payerne gesperrt...
---	---

2. WTA: Empfehlung


	...Umleitung Lausanne via A12/A9 Vevey
---	--

Figure 6 *PMV information (1.) et PMV recommandation (2.).*

Les pictogrammes utilisés sur la A1 VBS 01 sont représentés ci-dessous :

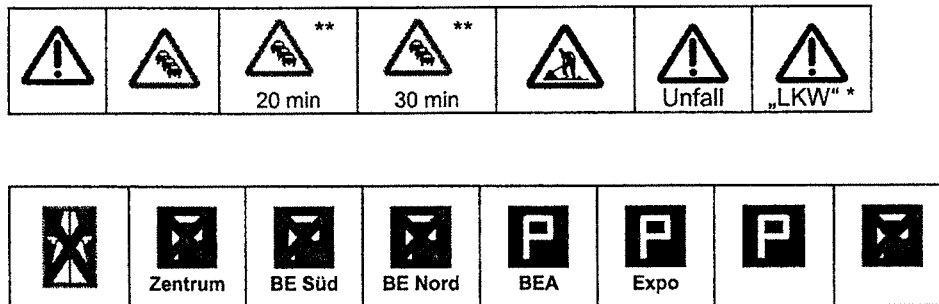


Figure 7 : Pictogrammes utilisés sur les PMV.

Tous les messages sont affichés manuellement par l'opérateur. A l'état de repos, il n'y a pas d'affichage sur les PMV. Dans le but de tester le fonctionnement du PMV, un message qui ne distrait ni embrouille les usagers devrait être utilisé (heure, date, campagnes de sécurité du trafic où seulement la partie texte est utilisée, sans symbole).

Des niveaux de priorité entre messages ont été définis, afin de déterminer quel message doit être affiché sur le PMV s'il y a plusieurs événements simultanés :

1. Accident,
2. Bouchon,
3. Sortie / voie fermée,
4. Gestion des délestages / Parking,
5. Chantier.

2.7 A1 BAREGG - (BIRMENSTORF – BADEN – NEUENHOF)

Ce système de gestion du trafic comprend des signaux variables de limitation de vitesse et des signaux variables de danger (bouchons, chaussée glissante, travaux, autres dangers), ainsi que des feux de fermeture temporaire de voies. Les signaux variables de danger ont une ligne de texte complémentaire de 8 caractères. Il n'y a pas de signalisation variable de direction.

Le tronçon équipé est compris entre les km 84.400 au km 101.158 dans le sens Bern – Zürich et les km 104.000 au km 58.800 dans le sens Zürich – Bern; au total, environ 40km de route. Il comprend le tunnel du Baregg au milieu.

Les positions de signaux variables de vitesse sont généralement communes aux positions de signaux variables de danger.

L'installation dispose de trois panneaux à messages variables (LED) pour l'information des conducteurs, mais ne gère pas les délestages.

La distance moyenne entre les positions est de 500m avec un minimum de 300m et un maximum de 2'300m. Les distances aux approches du système sont de l'ordre de 1'000 à 1'500m et dans le système de l'ordre de 500 à 600m.

La Détection Automatique d'Incident (DAI) est réalisée au moyen de boucles de comptage dans la chaussée tous les 800m environ. Une détection automatique de bouchons est prévue. Dans le tunnel, la DAI se fait à l'aide de caméras vidéo.

L'application des scénarios de vitesse est réalisée à l'aide de scénarios préprogrammés ou manuellement.

2.8 A4 KANTON ZUG

L'installation dans le canton de Zoug, mis en service en 2000, comprend 3 PMV avec pictogramme, 1 ligne de texte au-dessous du pictogramme et 3 lignes de texte à côté. Ils ont été mis en place aux endroits suivants :

- au début de l'autoroute A 4 au Knonauer Amt ;
- au début de l'autoroute A 40 près de Sihlbrugg (effectivement canton de Zürich) ;
- à l'échangeur de Rotkreuz.

L'objectif de l'installation est d'informer les conducteurs concernant l'état du trafic et du réseau, particulièrement au tunnel du St-Gothard (p.ex. fermeture du tunnel pour poids lourds).

Il n'y a aucune interaction entre l'installation et la détection. De ce fait, il n'est pas possible de tirer des conclusions détaillées concernant l'effet sur les conditions de circulation ou sur la sécurité. Mais il est évident que les poids lourds répondent aux messages plus fortement en choisissant une route alternative que les conducteurs de véhicules individuels. On constate que ces derniers ne comprennent pas encore les numéros de jonctions.

Il est prévu d'harmoniser les messages avec ceux de VIASUISSE.

2.9 TUNNEL DE PETUEL, MUNICH EN BAVIÈRE, ALLEMAGNE

Le tunnel de Petuel à Munich, situé sur la ceinture moyenne de la ville, est un ouvrage de 1,5km de long. Il est équipé d'un système de gestion du trafic composé des éléments suivants :

- Signaux variables de limitation de vitesse ;
- Signaux variables de danger (bouchons, chaussée glissante, travaux, autres dangers) ;
- Signalisation directionnelle variable ;
- Panneaux à messages variables ;
- Caméras vidéo ;
- Boucles de comptage.

Le tronçon équipé a une longueur d'environ 2km. La distance entre les positions de signalisation variable varie de 500 à 150m.

Les signaux variables de direction sont des signaux à prismes ou à fibres optiques (ou LED).

La détection automatique de bouchons est réalisée au moyen de boucles inductives. Ceci est complété par des caméras vidéo qui assurent la vérification de l'état du trafic dans le tunnel.

Les panneaux à messages variables comprennent trois lignes de texte sur lesquelles peuvent être affichés les textes "Brand" ou "Tunnelsperre". L'affichage est automatisé et déclenché par les systèmes de détection.

Les mesures et enquêtes réalisées montrent que la compréhension des différents signaux est bonne et que les utilisateurs du tunnel de Petuel respectent les indications de manière satisfaisante.

2.10 MESSESTADT-RIEM, MUNICH, ALLEMAGNE

Le système de gestion du trafic sur la A94 comprend des panneaux à messages variables de type LCD, ainsi qu'une signalisation variable de danger de type LED, LCD ou à prismes. Il n'y a pas de signaux variables de vitesse, ni de moyen de gestion des délestages.

La longueur du tronçon équipé est de 1,4km et se situe sur un secteur de jonction autoroutière. Les signaux variables de danger sont espacés de 250 à 25m.

Les signaux variables de danger sont équipés d'un texte variable complémentaire de cinq lignes et de vingt caractères au maximum. Les panneaux à messages variables n'ont, quant à eux, qu'une capacité de dix-huit caractères.

La signalisation directionnelle comprend les signaux 267 et 214, selon les numéros OSR. Ces signaux sont soit de type LED, soit prismatiques.

Le système de détection du trafic est constitué de boucles inductives permettant la surveillance du trafic.

Le système d'exploitation prévoit la réaction automatisée du système de gestion en liaison avec les installations de détection. Ainsi grâce à ce système, la longueur des phases vertes est adaptée au trafic.

2.11 GRANDE DÉVIATION KARLSRUHE-STUTTGART, BADEN WÜRTTEMBERG, ALLEMAGNE

La grande déviation Karlsruhe-Stuttgart (A6, A8, A81 et A5) est équipée d'un système de gestion du trafic qui comprend une signalisation variable de direction, des équipements de détection, ainsi qu'un schéma d'exploitation. L'installation de cet équipement a été réalisée de 1990 à 1996 et, il est prévu de le remplacer par un autre système plus accessible et plus facile à connecter aux autres systèmes.

La signalisation variable de direction est de type prismatique et équipe la déviation de manière ponctuelle. Les signaux sont présents aux jonctions de Walldorf et de Weimberg, ainsi qu'au niveau des échangeurs de Leonberg et de Karlsruhe. Il s'agit de panneaux avec flèches directrices et numéros d'autoroute.

Le système de détection du trafic comprend 54 boucles inductives installées dans le tapis.

Le schéma d'exploitation ne comprend pas de scénarios de vitesse. En revanche, les PMV affichent le lieu et la direction lors de la transmission d'informations aux utilisateurs. Les messages de délestage sont préprogrammés. Les PMV sont éteints à l'état de repos.

En cas d'incident, l'enclenchement des panneaux se fait en bloc uniquement. De plus, la réaction n'est pas automatisée et ni reliée aux systèmes de détection.

L'utilisation de ces panneaux est nécessaire jusqu'à cinq fois par semaine en cas d'accidents, d'entretien ou de trafic important. Aucun contrôle du respect et de la compréhension des messages n'a été effectué. Il a été observé que le nombre d'accidents est resté constant depuis la mise en fonction de ces équipements. De même, la durée des bouchons reste inchangée.

2.12 MARIUS – MARSEILLE, BOUCHES-DU-RHÔNE, FRANCE

Dès 1971 et jusqu'en 2000, des tronçons autoroutiers dans la région de Marseille (A7, A50, A51 et A55) ont été équipés d'un système de gestion du trafic, l'enjeu étant de maîtriser les flux de circulation, de résoudre les problèmes de saturation, d'augmenter la sécurité ainsi que la capacité des voies.

C'est ainsi que le projet **MARIUS (MARseille Information aux USagers)** vit le jour en 1977. L'objectif de ce projet est d'offrir aux usagers une information en temps réel sur les conditions de circulation.

Le système MARIUS gère différentes portions autoroutières représentant un total de 232 km de chaussée (un seul sens de circulation). A ces tronçons s'ajoute le tunnel du Prado Carénage assurant la liaison A50-A55, ainsi que la section A7/aéroport (RD9/RD20). Le réseau est encore complété par l'interconnexion des voies express départementales, des autoroutes concédées et des voiries urbaines.

Le système MARIUS assure une gestion des vitesses, ainsi qu'une alerte de bouchons tous les 500m sur les sections les plus critiques. Les voies sont également gérées tous les 500m par un système de croix rouges et de flèches vertes (Feux d'Affectation des Voies FAV).

MARIUS coordonne aussi les interventions. Il gère les appels d'urgence et les conseils d'itinéraires au moyen des PMV sur tout le réseau VRU.

Dans les tunnels, la détection du trafic se fait au moyen de caméras vidéo. Malheureusement, seuls les petits tunnels des Tilleuls et des 13 Vents en sont équipés. Il est prévu de l'adapter aux grands tunnels de la L2.

La modulation de vitesse se fait automatiquement sur les sections à plus de 140'000 véh/jour. L'affichage des messages destinés aux usagers est automatique ou manuel. En fait, ce point relève d'un conflit d'usage des outils entre les opérateurs du CIGT et ceux de la Police. Le mode manuel est utilisé uniquement sur décision de la Police.

La mise en fonction des PMV est réglée par la Direction Départementale de l'Equipement (DDE). Ces PMV sont éteints entre 21h00 et 5h00. L'activation des caméras de surveillance laisse la priorité à la DDE.

Ci-dessous, un tableau récapitulatif des divers équipements rencontrés sur le réseau MARIUS :

Longueur km	PAU	PMV	Picto	Caméra mobile	Caméra fixe	PME	SOL2	Boucles	Câbles cuivre	Câbles fibres	Câbles 220
232	184	13	127	57	10	212	190	1'156	105'000	81'000	21'000

PAU = Poste d'Appel d'Urgence (téléphone)

PMV = Panneau à Messages Variables

PME = Point de mesure

SOL2 = nom de code national des stations de recueil de données.

2.13 PANNEAUX À MESSAGES VARIABLES CENTRAUX PMV-C SUR L'A4 AXE PARIS – STRASBOURG (ET DÉVELOPPEMENT DES PMV-C), FRANCE

Depuis 1997, l'objectif de développement des PMV-C – Panneaux à Messages Variables implantés en terre-plein Central – a été de disposer d'un outil d'information en temps réel dont la fonction serait comparable à celle des PMV classiques (PMV sur portique permettant d'afficher 3 ou 4 lignes, de 15 caractères de 320 à 450mm de haut, généralement associés à un pictogramme situé à leur gauche), et qui permettrait de diviser par trois le coût d'équipement d'une autoroute ou d'une route à chaussées séparées.

Début 1999, un prototype a été installé sur l'autoroute A4.

Depuis octobre 2000, 20 PMV-C sont opérationnels sur l'axe Paris - Strasbourg. Ils ont été utilisés à 18% du temps de la période considérée.

Le PMV-C est implanté à une hauteur de 5,50m et il est constitué d'un caisson simple ou double face. Le caisson a une largeur de 2,94m, une hauteur de 3,57m et une profondeur de 1,35m. Il est sous forme pictographique accompagnée ou non d'un texte. La partie alphanumérique est constituée de 2 lignes de 10 caractères de 250mm de hauteur.

Les messages ont été regroupés selon les catégories suivantes :

- Messages d'alerte (danger à moins de 2 km) ;
- Messages d'annonce (accident/incident situé à plus de 2 km) liés :
 - à des perturbations d'origine météorologique ;
 - à des événements aléatoires ;
 - à la présence de chantiers .
- Messages de régulation (conseil ou prescription, en particulier concernant une sortie).

La bibliothèque présente sous forme pictographique :

- Signaux réglementaires ;
- Informations sous forme de diagramme permettant de donner des indications sur les sorties et de faire de la régulation ;
- Divers autres messages pictographiques proposés et testés.

Des nouveaux pictogrammes:

- Informations météo ;
- Messages destinés aux poids lourds ;
- Messages relatifs à la distribution de carburant ;
- Messages de fermeture d'autoroute ;
- Messages de danger sur sortie ;
- Messages de fermeture de sortie.

L'examen des divers scénarios d'exploitation et des messages utiles correspondants, a montré que le PMV-C peut remplacer le PMV classique à l'exception des cas suivants :

- En amont des points de choix (échangeurs autoroutiers), pour indiquer l'axe et éventuellement la direction concernée par la perturbation ;
- En encadrement des zones à circulation dense (zone urbaine) et la viabilité hivernale difficile, en raison du volume d'information littérale à donner ;
- Dans le cas de présence d'éclairage public (cas de zones urbaines).

En dehors des cas précités, le PMV-C peut être utilisé sur tout axe à 2×2 voies ou 2×3 voies.

2.12.1 Première période d'expérimentation : l'évaluation du prototype en laboratoire et sur site réel

L'évaluation du prototype en laboratoire a fait ressortir les constatations suivantes :

- o Les messages, comprenant en particulier les nouveaux messages météorologiques, ont pour la plupart obtenus des scores acceptables (leur emploi nécessite un apprentissage de la part des usagers et une rigueur d'affichage ne mettant pas en doute leur crédibilité) ;
- o L'importance des mots courts bien introduits dans la langue et du choix des unités lexicales les mieux appropriées;
- o L'équilibre des deux lignes de texte pour favoriser la lecture ;
- o Une meilleure organisation lexicale. Exemple : « Pluies fortes » étant préférée à « Fortes pluies » ;
- o Le contraste lumineux joue un rôle important pour la reconnaissance des pictogrammes à une distance correcte.

Les enquêtes sur la A4 ont fait ressortir les constatations suivantes :

- o La perception générale du panneau est satisfaisante. Elle est comprise entre 74 et 82% (contre 90 à 95% pour un PMV classique) ;
- o La lisibilité des caractères alphanumériques de 250mm est satisfaisante ;
- o L'utilisation de textes courts est préférable. Le choix des mots et l'ordre de présentation sont importants ;
- o Les graphismes complexes sont à proscrire ;
- o L'apprentissage de certains nouveaux messages, notamment les pictogrammes annonçant un bouchon sur 2 files ou un accident, semble nécessaire.

Les fonctionnalités du PMV-C sont satisfaisantes et sa maintenance peut être correctement assurée. L'objectif de coût réduit est atteint.

2.12.2 Seconde période d'expérimentation : étude en laboratoire et enquêtes

Les résultats du prototype ont conduit à la modification de certains pictogrammes et textes qui sont encore testés. 30 messages ont été testés pour 15 pictogrammes différents.

Les principaux éléments du lexique testés sont :

- o SIGNAUX ;
- o EN/SUR ;
- o PRUDENCE ;
- o OBSTACLE/OBJET ;
- o PL : SORTIE ;
- o ARRET/AIRE.

Les principaux pictogrammes concernés sont :

- o Accident ;
- o Bouchon (2 files) ;
- o Brouillard ;
- o Messages météorologiques.

Les messages améliorés sont bien compris (messages météo, incidents en sortie) et les nouveaux pictogrammes testés obtiennent de bons résultats (accident, bouchon sur 2 files).

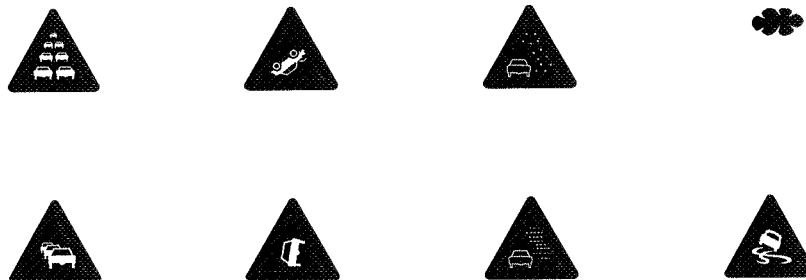


Figure 8 : Pictogrammes testés.

La perception générale est confirmée, elle est de l'ordre de 70 à 80% de la population exposée. Selon l'enquête téléphonique, 90% des automobilistes abonnés, empruntant régulièrement le tracé, sont satisfaits de l'information dispensée sur l'autoroute. 89% jugent que l'affichage des messages météorologiques est pertinent (avis surtout de la part des usagers effectuant des trajets tous les jours) et plus de 95% jugent les messages tout à fait ou quasiment exacts.

Selon les tests dynamiques, la lisibilité du PMV-C sur la voie lente d'une section équivalente à 2x3 voies est satisfaisante.

Le groupe de travail a défini que le PMV-C ne peut pas se substituer au PMV classique en amont des points de choix autoroutiers, en cas de présence d'éclairage public et en encadrement des zones à risques. Le PMV-C est particulièrement indiqué sur un itinéraire d'axe.

Une extension des PMV-C serait positif car :

- o Il est bien lisible ;
- o Il est bien compris par les usagers ;
- o Le coût est plus faible que celui d'un PMV sur portique ;
- o La maintenance s'avère moins contraignante que pour un PMV classique.

2.13 SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE BOUCHONS À HELSINKI, FINLANDE

Le système de gestion du trafic de l'artère occidentale à Helsinki (Länsiväylä) a été achevé en été 1996 (Figure 9). Le Trafic Journalier Moyen TJM sur l'autoroute peut atteindre 64'000 véh/j.

Le tronçon de 4 km est équipé de 14 panneaux à messages variables, environ 100 détecteurs de boucles inductives, 3 caméras de surveillance et une banque de données. Les signaux variables de vitesse possibles sont 100, 80, 70 et 60km/h (en pratique, le 100km/h n'est pas utilisé) et les signaux variables de danger sont « bouchon », « chaussée glissante » et « travaux ». A l'état de repos, la vitesse est de 80km/h sans autre signal. Avec 100km/h, il n'est pas permis d'afficher un signal de danger.

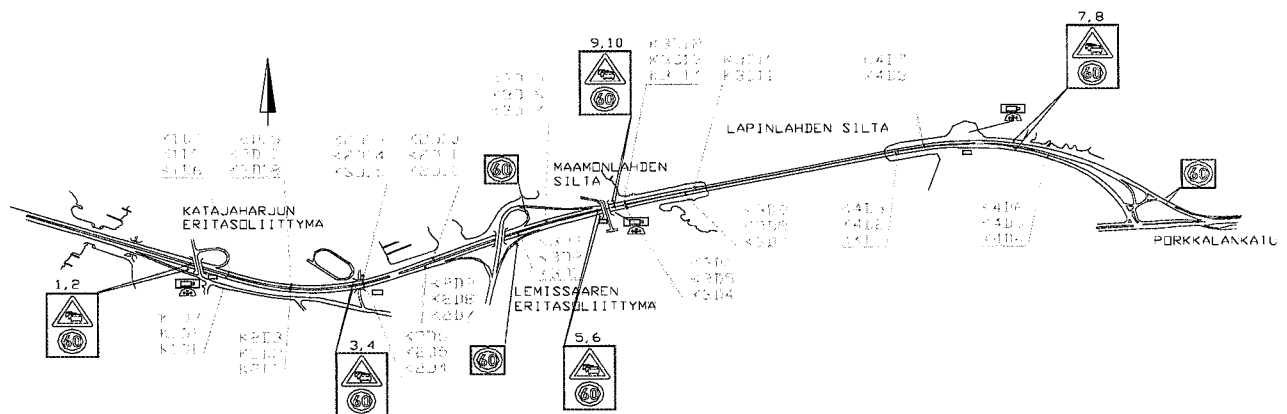


Figure 9 Avertissement de bouchon à Helsinki.

La détection automatique de bouchon est principalement utilisée pendant l'heure de pointe du matin (en moyenne 4 fois par semaine, 21 minutes chaque fois). Les influences du système sur la fluidité et la sécurité du trafic ont été évaluées pour cette période en direction de Helsinki-centre.

Les charges de trafic les plus élevées sur la chaussée en direction de Helsinki sont de 3'200 véh/h jusqu'à 4'000 véh/h (la charge de saturation sur la voie de dépassement est de 1'800 - 1'950 véh/h).

Au début de la congestion, une limitation de vitesse à 60km/h complétée par le signal « bouchon » réduisent la vitesse des véhicules (la vitesse moyenne est réduite de 4 à 6km/h). Si la congestion continue et si la même signalisation est utilisée, la déviation réaugmente car des vitesses isolées très élevées peuvent apparaître. Par conséquent, le flux de trafic devient instable. Lors de la limitation à 80km/h, les vitesses sont plus homogènes (la vitesse moyenne est réduite de 2km/h).

Lors des études sur Länsiväylä, il n'a pas été possible de confirmer que les limitations de vitesse inférieures à 80km/h sont favorables pour la sécurité du trafic, ni que l'abaissement des limitations de vitesse harmonisent la vitesse des véhicules. L'hypothèse que les signaux de danger diminuent la vitesse des véhicules a été confirmée seulement pour l'avertissement d'une chaussée glissante.

L'abaissement de la limitation de vitesse a incité l'automobiliste à rouler plus lentement, mais ils n'ont pas respecté cette limitation de vitesse pour autant. Il est apparu que les conducteurs ont mieux accepté la limitation de vitesse pour des raisons de sécurité (« chaussée glissante ») que pour des raisons de congestion (« bouchon »). Cela a aussi impliqué que la limitation de vitesse à 60km/h avec le signal de danger a réduit davantage la vitesse du trafic que la limitation à 60km/h avec le signal de bouchon.

Selon les mesures, la vitesse moyenne du trafic en début de congestion était d'environ 70km/h. Le remplacement des vitesses utilisables 100/80/60 par 100/80/70/60 a permis de contrôler le trafic et d'adapter les vitesses aux vitesses réelles. Il est apparu que les usagers considéraient 60km/h trop faible s'il n'y avait aucune raison apparente de baisser la vitesse d'autant.

Il est possible de tirer des conclusions suite aux études statistiquement fiables sur la sécurité du trafic seulement après quelques années. Deux ans après, la mise en œuvre est insuffisante (pour ce projet, 5 ans de données d'accidents sont rassemblées).

Selon une enquête, 87% des personnes interrogées étaient en faveur des messages variables comparant des situations de conflit avec des signaux fixes.

Les limitations de vitesse abaissées ont eu quelques effets positifs sur le flux de trafic, mais cela ne confirme pas qu'elles ont accompli leur objectif premier d'harmoniser le flux de trafic.

Il est aussi apparu que la déviation standard de la vitesse semblait décrire le mieux la stabilité du flux de trafic si on veut prévoir de grands changements de la vitesse du trafic.

2.14 GESTION DES AUTOROUTES AUX PAYS-BAS

La gestion du trafic sur les autoroutes hollandaises (MTM = Motorway Traffic Management) a été réalisée au début des années 80. Actuellement, cette gestion concerne la moitié du réseau autoroutier, soit 1'000 km environ, mais l'extension attendue sera limitée.

Les systèmes de gestion du trafic, le long des routes, sont développés surtout pour la surveillance des autoroutes. Il s'agit par exemple de systèmes de détection des incidents, de fermeture de voies durant des travaux ou lors d'accidents. Ils sont utilisés pour informer les conducteurs et pour les guider à l'aide de panneaux à messages variables. Les systèmes de gestion du trafic urbain appartiennent au même groupe.

Une étude des accidents sur les autoroutes, où la charge de trafic excédait 60'000 véh/jour, a montré que près de 50% des accidents sont causés par des perturbations de la fluidité du trafic dues à des accidents ou des embouteillages. Il est donc important que les perturbations soient détectées le plus rapidement possible.

C'est pour cette raison qu'un système entièrement automatique d'avertissement de bouchon avec des signaux variables de vitesse est opérationnel depuis plus de vingt ans aux Pays-Bas. Le système informe automatiquement les conducteurs s'approchant d'une file (détection par doubles boucles). Lorsque la vitesse s'abaisse sur une des voies d'au moins 35km/h, le système est activé. La vitesse autorisée est diminuée à 70km/h, puis à 50km/h (Figure 10). Lorsque la vitesse remonte de plus de 55km/h, le système se désactive.

En règle générale, la distance entre les portiques avec des signaux variables de vitesse est de 500m. Près des échangeurs ou de situations compliquées, la distance peut être réduite à 300m ; à l'inverse, si rien ne l'exige, la distance peut être portée à un maximum de 700m. Le nombre total de portiques de vitesse est de 2'000 (chaque portique comprend 2 ou 3 signaux selon le nombre de voies).

L'indication de la valeur 50km/h « au-dessus » de la file permet de diminuer la vitesse dans l'embouteillage dans la phase de « stop and go » de près de 20km/h et d'augmenter la quantité de véhicules sortant de l'embouteillage de 4 à 5%. On a constaté que le nombre d'accidents a diminué de plus de 25%.



Figure 10 : Avertissement de bouchon entièrement automatique avec des signaux variables de vitesse aux Pays-Bas.

Les panneaux à messages variables hollandais s'appellent DRIPS (Dynamic Route Information Panels). L'objectif de ce système est d'afficher des messages d'information et de délestage.

La plupart des DRIPS ont été installés entre 1997 et 2001. Jusqu'en 2002, il n'existait que 80 panneaux, 49 autres seront mis en place entre 2003 et 2007. Avant cela, la longueur des embouteillages sur plusieurs parcours alternatifs était indiquée. Actuellement, le système informe sur les longueurs de bouchons ou les temps de parcours alternatifs ; ceci doit encore être testé (Figure 11). Ces temps sont calculés par des boucles dans le système de surveillance. Un panneau sur portique permet d'afficher 3 lignes d'environ 25 caractères.

Les DRIPS sont également utilisés pour informer les utilisateurs sur les conditions exceptionnelles pouvant avoir lieu sur l'autoroute comme des accidents graves ou une obstruction des voies.

Après l'implantation de DRIPS sur le périphérique d'Amsterdam, la congestion du trafic a diminué de 25 à 33%. La capacité du réseau local a augmenté de 5 à 10%. Aucune évaluation des effets des autres mesures d'information du trafic sur la capacité du réseau n'a été réalisée. Néanmoins, il semble que l'information aux usagers soit un bon moyen pour accroître cette capacité.

Une enquête réalisée en l'an 2000 aux Pays-Bas a révélé que 83% des utilisateurs apprécient les systèmes de gestion du trafic sur les autoroutes. La même enquête a montré que les habitants estiment que la fiabilité des informations diffusées sur les PMV est meilleure que celle des informations par radio (62% contre 52%).

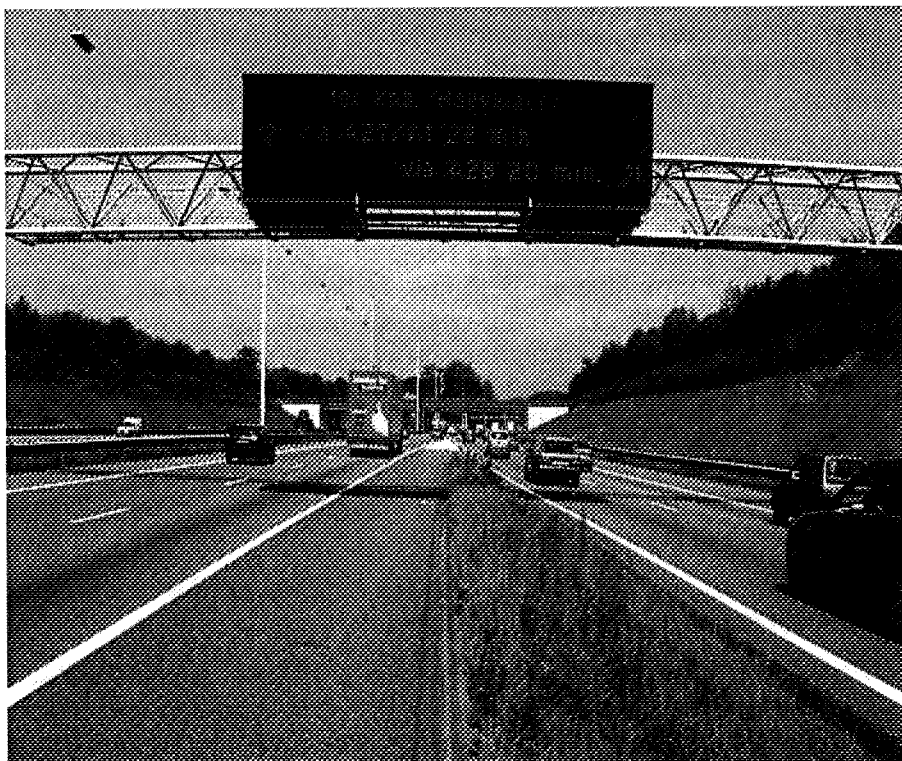


Figure 11 : Gestion du délestage avec les DRIPS (Dynamic Route Information Panels) aux Pays-Bas.

2.15 AUTOROUTE KØGE BUGT, COPENHAGUE, DANEMARK

L'autoroute Køge Bugt (E20, E47, E55), au sud de Copenhague, était très congestionnée le matin et le soir par le trafic pendulaire (TJM 50'000 véh/j). Pendant les chantiers routiers 2002-2003 destinés à élargir l'autoroute de 4 à 6 voies, les autorités danoises ont décidé d'installer un système de gestion du trafic, afin de garantir la sécurité et la fluidité du trafic. Les signaux variables de vitesse et l'information dynamique sur les itinéraires affichés sur les PMV ont été réalisés. La distance utilisée entre les signaux est approximativement de 750m, alors que la longueur totale du tronçon équipé est de 4 km.

Les données concernant le trafic sont collectées au moyen de boucles inductives, de caméras de surveillance pour la détection des incidents (manuel) et de caméras pour l'identification automatique des plaques d'immatriculation.

Les signaux variables de vitesse utilisés sont 90km/h, 70km/h et 50km/h. L'abaissement des vitesses se fait par pas de 20km/h (la vitesse normale sur les autoroutes danoises est de 110km/h). L'activation du système se produit lorsque la vitesse moyenne du trafic diminue d'environ 35km/h. Lorsque la vitesse moyenne des véhicules remonte d'environ 45km/h, les signaux variables de vitesse affichent dynamiquement « fin 90km/h », respectivement « fin 70 km/h » ou « fin 50km/h ».

Les usagers sont informés de l'existence de bouchons et des temps de retard sur les deux itinéraires. Dans des conditions idéales, le temps de parcours pour les deux itinéraires varie entre 5.5 et 7.5 minutes. Si le retard est de plus de 2 minutes, il est calculé automatiquement, filtré et trié par l'algorithme de calcul et ensuite affiché sur les PMV. Les retards sont rafraîchis au maximum toutes les 2 minutes.

Le système de gestion des vitesses n'a pas toujours fonctionné correctement ; les erreurs ont pu représenter jusqu'à 18% du temps considéré pendant l'heure de pointe. Cependant, il existe des jours sans problème. Les problèmes les plus graves surviennent au moment de la désactivation, juste après la période de congestion.

Les effets du système de gestion du trafic ont été évalués par l'analyse du trafic avant et après et avec le questionnaire pour les automobilistes.

L'évaluation montre que les automobilistes n'ajustent pas leurs vitesses selon les limitations de vitesse indiquées si les conditions de trafic ne les forcent pas à le faire. Ils réduisent leurs vitesses quand ils sont confrontés à des limitations de vitesse dynamiques, mais seulement à un certain degré.

Dans le questionnaire, la plupart des commentaires sont des plaintes concernant les limitations de vitesse trop basses par rapport à la situation réelle du trafic. La situation se produit si la congestion n'est pas visible et probablement à cause de trop grands intervalles entre les PMV.

Quant à la performance technique, quelques conducteurs ont remarqué qu'il y a eu des défauts dans les limitations de vitesse affichées.

La gestion des délestages utilisée ne semble pas affecter le choix d'itinéraire, à moins qu'il n'y ait une différence considérable dans les retards entre les deux itinéraires (une différence de 6 minutes au moins). Dans les situations où une différence importante existe entre les retards indiqués sur les deux itinéraires, la part de trafic redistribuée sur l'itinéraire d'un trafic moindre peut atteindre 12 à 14%.

De nombreux usagers ont noté que les PMV étaient compliqués à lire. 46% des automobilistes questionnés ont estimé que la mise en place du système a amélioré la sécurité du trafic ; 80% étaient en faveur d'un tel système, alors que 4% y étaient opposés.

L'application ne fonctionnait pas encore de manière satisfaisante. Pour que les automobilistes acceptent et utilisent ces applications, les limitations de vitesse variables devraient mieux refléter la situation du trafic et les informations quant aux retards et devraient être plus précises et faciles à comprendre.

2.16 TUNNELS D'OSLO EN NORVÈGE

Sept tunnels à Oslo sont équipés d'un système de gestion du trafic. La longueur du tronçon routier équipé est d'environ 10 km.

Des limitations de vitesse variables à 70km/h, 50km/h ou 30km/h sont placées au moins tous les 500m ; ce qui est la distance maximale autorisée par la loi si une vitesse plus basse que la normale est utilisée. Les signaux variables de vitesse sont activés seulement en cas de bidirectionnel dans les tunnels (Figure 12).



Figure 12 : Les signaux à prismes et les feux d'affectation des voies sont utilisés pour les tunnels à Oslo.

Les panneaux à messages variables sont utilisés pour informer d'une fermeture de tunnel et des itinéraires à choix (Figure 13).

Un système de détection automatique d'incident par traitement d'image vidéo est utilisé pour détecter un arrêt toutes les 10 secondes et puis une image in situ est présentée à l'opérateur. Des fermetures de voie et de tunnel sont préprogrammés.

Les conducteurs ne sont pas toujours suffisamment attentifs à la réduction de vitesse quand un changement de limitation de vitesse apparaît avec un changement d'un seul chiffre (50 → 30). Une limitation de vitesse clignotante a été testée avec un certain succès.

Les panneaux à messages variables rencontrent le même problème. Même si la destination pour la route est indiquée sur fond orange, il apparaît qu'il y aurait besoin d'un feu jaune clignotant en plus au-dessus du signal.



Figure 13 : Panneaux à messages variables donnant l'information d'une fermeture de tunnel et des itinéraires à choix à Oslo.

2.17 EXPÉRIMENTATION EN SUÈDE

L'administration des routes en Suède va commencer à expérimenter les signaux variables de vitesse à 17 endroits différents durant les années 2003-2007. L'objectif est d'adapter les vitesses aux conditions pour que les usagers les respectent davantage et que la sécurité routière soit améliorée.

La vitesse changera de 120km/h à 30km/h lors des conditions suivantes :

- Chaussée glissante ;
- Bouchon ;
- Accidents ;
- Enfants sur route.

2.18 SYSTÈME DYNAMIQUE DE LA LIMITATION DES VITESSES EN AUSTRALIE

L'autoroute « Western Ring Road » à l'Ouest de Melbourne (TJM 100'000 véh/j) est équipée de signaux variables de vitesse. La longueur totale du tronçon est d'environ 26 km et le nombre de signaux de vitesse est de 74 (inter-distance moyenne de 1'000m). Les signaux sont installés à chaque entrée d'autoroute, ce qui reflète la position des anciens signaux fixes.

La vitesse normale est de 100km/h avec la possibilité de l'abaisser à 50km/h avec un pas de 10km/h (Pas Max = 20km/h).

Les limitations de vitesse changent suivant les conditions du trafic pour améliorer la sécurité routière et la fluidité. Des boucles inductives tous les 500m permettent d'évaluer l'état du trafic et de prévoir les congestions. Le système fonctionne continuellement.

Le tronçon est également équipé de 7 panneaux à messages variables (Figure 14).

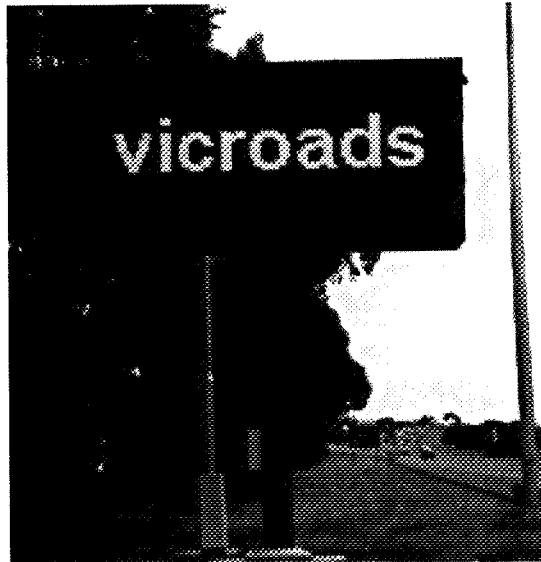


Figure 14 : Panneau à messages variables utilisé dans l'installation de Western Ring Road en Australie.

Pour que les usagers respectent mieux les signaux de vitesse, 8 caméras digitales de surveillance ont été installées.

Après une année d'utilisation, les autorités australiennes (VicRoads) ont constaté que l'exploitation de l'autoroute au moyen de la signalisation variable de vitesse s'est bien réalisée et les automobilistes acceptent et comprennent les signaux de vitesse variables et leurs objectifs. L'installation montre une réduction des accidents de la route et des fermetures d'autoroute résultantes. Cependant, les autorités contrôlent, pendant quelques temps encore, la situation avant la déclaration définitive de ses effets.

Les autorités mettent aussi en oeuvre un programme de limitations de vitesse variables à proximité des écoles (Figure 15). Quand les enfants vont traverser la route, la limitation de vitesse sera abaissée automatiquement ou avec un récepteur GPS.



Figure 15 : Limitation de vitesse variable à proximité d'une école en Australie.

2.19 PREMIÈRES CONSTATATIONS RELATIVES AUX SYSTÈMES EXISTANTS

Les règles de base utilisables en Europe pour la signalisation variable sont conclues par la Convention de Vienne sur la signalisation routière fixe (le 8 novembre 1968), mais elles ne décrivent que partiellement l'utilisation de la signalisation dynamique sur les PMV. (WERD/DERD action FIVE : Framework for harmonised Implementation of VMS in Europe, 2000)

Pendant qu'une réglementation existe dans certains pays, l'harmonisation continue au niveau européen. Des expérimentations en cours portant sur des nouveaux pictogrammes permettront probablement, dans le futur, d'améliorer la lisibilité et la compréhension des messages. Il existe aussi un besoin d'uniformisation des signaux de déviation.

Les différences entre les pays européens apparaissent pour les signaux de danger, notamment au niveau des textes. Les plus grandes différences apparaissent avec les panneaux à messages variables, comme les itinéraires de déstagement et le conseil.

En Suisse, trois lignes de texte de 15 caractères avec 7 mots au maximum sur les panneaux à messages variables sont utilisées, comme dans la plupart des pays européens. Les messages sur plusieurs lignes sont utilisés surtout pour les itinéraires de déstagement. Les messages utilisés sur les autoroutes sont généralement plus courts et permettent donc une lecture plus confortable. Des messages trop longs risqueraient d'être mal compris par les conducteurs et pourraient conduire à des comportements dangereux.

Les pictogrammes en combinaison avec des messages explicatifs sont un bon moyen de transmettre les informations. Les pictogrammes sont à favoriser vis-à-vis du texte, en particulier pour les messages de prescription et les messages de danger. Les textes apparaissent pour compléter ces messages.

La Suisse, vu sa localisation centrale en Europe et le grand volume de trafic étranger et aussi à cause des différentes langues, devrait mieux utiliser les pictogrammes (et la signalisation directionnelle) pour que la langue ne constitue pas un obstacle à la compréhension des messages.

Pour ce qui est de l'exploitation des panneaux à messages variables, il manque encore les règles générales plus exhaustives du contenu des textes. Dans la pratique, il existe la répétition inutile ; telle que la description du pictogramme dans le texte. Quelques abréviations, prépositions et mots difficile à comprendre, ainsi que de la ponctuation inutile sont encore utilisés (ex. LKW, PL, ! Nebel !).

En ce qui concerne la distance entre les positions des signaux variables de vitesse, celle-ci ne doit pas être trop élevée, afin de garantir une meilleure information aux conducteurs et, par-là même, un meilleur respect de la signalisation. Une distance moyenne de 1'000m semble convenir. Elle ne devrait pas excéder 1'500m et ceci qu'à de rares occasions. Une distance plus petite est admissible si les contraintes du tracé l'imposent, toutefois le risque de surinformation doit être pris en compte lors de l'élaboration du projet.

Pour les jonctions et les échangeurs, il n'existe pas de règles homogènes dans les systèmes existants. Toutefois, il semble que les règles appliquées en Suisse Romande offrent des avantages pour la compréhension de l'usager. Il y a donc lieu de répéter les limitations de vitesse directement après la piste d'accélération aux entrées des jonctions et des échangeurs. Cette disposition devrait éviter de devoir poser des limitations variables au début des rampes d'entrée.

La combinaison des signaux variables de limitation de vitesse et des signaux variables de danger sur la même position apporte une bonne information homogène et complète. Toutefois, ce mode de faire comporte un nombre de signaux importants. Une analyse détaillée doit être effectuée pour, si possible, éliminer une position sur deux des signaux variables de danger. Pour les installations qui disposent de panneaux à messages variables, une information plus complète peut être fournie. Dans ce cas, les signaux de danger peuvent être moins nombreux.

Dans la plupart des systèmes étudiés en Suisse et à l'étranger, les signaux variables s'adaptent automatiquement à la situation de la circulation.

Il est évident que les conducteurs ne sont pas encore prêts à accepter les limitations variables de vitesse si celles-ci ne reflètent pas directement et correctement la situation du moment. En pratique, cela signifie aussi que les conducteurs veulent voir la cause pour s'adapter. Les annonces concernant la sécurité du trafic semblent être mieux respectées (système d'avertissement de bouchons à Helsinki, Finlande).

Le tableau suivant montre la composition des systèmes de gestion du trafic en service actuellement en Suisse et en Europe.

Installations	Chap.	Pays	Longueur Km	Type de SV			Inter-distances [m]			PM V	Détection trafic		Délestag e	Effets
				Vit.	Dang	Dispos.	Max	Moy	Min		nb	système		
A2 Bâle – Härkingen	2.1	CH	36	oui	oui	diverse	1000	500	400	7	Boucles	500 à 1000	oui	Réduction d'accidents
A1 Genève-Coppet	2.2	CH	15.2	oui	oui	superpos	1840	1500	540	1	Vidéo, caméras	1500		
A1-A9 Lausanne	2.3	CH		oui	non	-	2879	1350	250	3	Vidéo	600 à 1500		
A1 Grauholz VBS	2.4	CH	20	oui	oui	diverse	1700	1300	500		Boucles	2000 à 3400		
A4/A14 Luzern, Kanton Zug VIS	2.5	CH	20	non	oui	-				4	Annonces police			
A1 VBS 01	2.6	CH	~80	non	oui	-	7000		4000	14	Vidéo	1000 à 5000	oui	
A1 Baregg	2.7	CH	40	oui	oui	superpos	2300	500	300		Boucles, vidéo dans les tunnels			
A4, Kanton Zug	2.8	CH	20	non	oui		11000	9000	7000	3	-	-	oui	Adaptation du choix de route surtout des camions
Tunnel Petueiring, Bayern, Deutschland	2.9	D	2	oui	oui	?	500	250	150	?	Boucles, vidéo dans le tunnel			Bonne compréhension des signaux, respect satisfaisant
A94 Riem, Bayern, Deutschland	2.10	D	1.4	non	oui	-	250	150	25	?	Boucles	?		
Déviation Karlsruhe- Stuttgart	2.11	D	?	non	non	-				?	Boucles	?	oui	

Signalisation variable (de danger et de prescription), panneaux à messages variables
Vorschrifts- und von Gefahren- Wechseisignalen, Wechseltextanzeigen

Installations	Chap.	Pays	Longueur Km	Type de SV			Inter-distances [m]			PM V	Détection trafic		Délestage	Effets
				Vit.	Dang.	Dispos.	Max	Moy	Min		système	inter- distance [m]		
MARIUS, Marseille, Bouches-du-Rhône, France	2.12	F	232	oui	oui			500		13	Boucles, vidéo, caméras	oui		
A4 l'axe Paris/Strasbourg, France, PMV-C	2.13	F	?	non	oui	-				20	Boucles			
Artère occidentale de Helsinki (k51), Finlande	2.14	SF	4	oui	oui	superpos.	700	500	350	14	Boucles, caméras			
Pays-Bas	2.15	NE	1000	oui	non	-	700	500	300	80	Double boucles	oui	Augm. de 4-5% de véhicules sortant de l'embouteillage. Diminution d'accidents > 25%.	
E47/E55, Autoroute Koge Bugt, Copenhague, Danemark	2.16	DK	4.4	oui	non	-		750		14	Boucles, caméras, identification des numéros d'immatriculation	oui		
Oslo tunnels, Norvège	2.17	N	10.4	oui	non	-		500			Vidéo dans le tunnel	oui		
Western Ring Road, l'Ouest de Melbourne, Australie	2.19	AUS	26	oui	non	-		1000		7	Boucles, caméras		500	

Signalisation variable (de danger et de prescription), panneaux à messages variables
 Vorschrifts- und von Gefahren- Wechselsignalen, Wechseltextanzeigen

Installations	Chap.	Pays	Longueur Km	Type de SV			Inter-distances [m]			PM V	Détection trafic		Délestage	Effets
				Vit.	Dang	Dispos.	Max	Moy	Min		système	inter- distance [m]		
VBS A1 Bern- Argovie		CH		oui	oui	diverse	1500		1000		Boucles	3000		

2.20 CONCLUSIONS

Les expériences montrent que les systèmes de gestion du trafic sont un moyen important et efficace pour rendre la circulation sur les autoroutes plus sûre, ainsi que pour améliorer la capacité et éviter des bouchons dans des endroits critiques.

En règle générale, les applications de PMV en Suisse et en Europe sont plus ou moins similaires. Les plus grandes différences se situent au niveau de la quantité et du contenu des textes affichés. De plus, il y a quelques besoins d'harmonisation par rapport aux principes concernant des dénominations, des abréviations et des explications des pictogrammes (répétition inutile). Dans la plupart des systèmes, des pictogrammes sont utilisés afin d'améliorer la compréhension rapide et claire du sujet principal du message. De plus, ce moyen permet de transmettre des informations indépendamment de la langue du conducteur concerné. Par conséquent, des graves difficultés de compréhension des PMV sont peu probables.

Il y a différents systèmes qui servent aux différents objectifs. Les uns sont des grands systèmes qui couvrent jusqu'à des centaines de kilomètres d'autoroutes et qui ont pour objectif la gestion du trafic au niveau de vastes régions. Les autres fournissent des informations concernant des objets spécifiques comme des tunnels ou des chantiers de longue durée ainsi que sur des tronçons avec des dangers spéciaux (bouchons dans des agglomérations, situations fréquentes avec du brouillard, etc.).

Les installations dépendent de ce type d'objectif. Pour la gestion du trafic, il faut des PMV avec une inter-distance d'une vingtaine de kilomètres. En revanche, la signalisation variable est utilisée surtout pour l'affichage des signaux de prescription et de danger sur un tronçon limité à quelques kilomètres p.ex. à l'intérieur des agglomérations. Avec les signaux variables, on peut influencer la circulation à court terme (minutes), tandis que les messages affichés sur des PMV ont des effets à moyen ou long terme (heures en cas des tronçons fermés, jours en cas d'une manifestation p.ex.).

3 REGLES DE BASES POUR LA SIGNALISATION VARIABLE

3.1 PRINCIPES

Les signaux de prescription (y compris les limitations de vitesse) et les signaux de danger contiennent principalement des pictogrammes et des symboles avec peu ou pas de texte.

La plaque complémentaire sous le signal peut contenir :

- La description du danger (avec le signal « Autres dangers » OSR 1.30) ;
- La distance entre l'emplacement du panneau et l'endroit dangereux ;
- L'étendue de la prescription ou du danger ;
- L'indication du message à une catégorie de véhicules ;
- L'exclusion du message à une catégorie de véhicules.

Les signaux seront implantés latéralement de chaque côté de la chaussée en dehors du gabarit d'espace libre à des distances dépendantes de la situation. L'implantation au-dessus des voies de circulation est possible. Dans ce cas un seul signal au milieu de la chaussée est suffisant pour les chaussées à deux voies et deux pour les chaussées à trois voies. Toutefois, pour des raisons de facilité d'entretien, il est possible de mettre un signal au-dessus de chaque voie.

Les signaux variables devraient être mis en service que lorsque les conditions de circulation l'exigent. C'est ainsi que l'impact sur les usagers de la route est le plus significatif. Si les signaux variables étaient continuellement en fonction, les usagers s'y habitueraient et n'y feraient plus attention.

L'ensemble des informations diffusées par les signaux variables doivent être fiables afin de favoriser l'acceptation par le public. Les usagers n'ajustent pas leur vitesse selon les limitations s'ils ne perçoivent pas la raison ou ils l'ajustent seulement à un certain degré. Si les indications ne sont pas perçues correctement par manque de clarté, le public ne se fiera plus aux signaux variables.

3.2 SIGNALISATION VARIABLE DE VITESSE

Les signaux de prescription sont disposés près de l'endroit du danger qui requiert une réponse instantanée du conducteur.

3.2.1 Forme

Les limitations de vitesse font partie des signaux de prescription. Les signaux de limitation de vitesse sont conformes à la forme ronde de l'ordonnance sur la signalisation routière. Pour les autoroutes, le grand format d'un diamètre $d=1200\text{mm}$ sera appliqué. Pour les semi-autoroutes, où la vitesse est limitée à 100km/h ou moins, le format intermédiaire avec un diamètre $d=900\text{mm}$ sera appliqué.

Sur les autoroutes, lorsque les conditions sont particulières, par exemple lorsque le terre-plein central a une largeur inférieure à 4m standard, il est possible d'appliquer le format intermédiaire. Dans ce cas, le même format sera appliqué des deux côtés de la chaussée.

Des feux clignotants au-dessus des signaux de prescription ne doivent être utilisés que dans certaines mesures (par exemple pour éviter une collision par l'arrière).

3.2.2 Implantation des positions avec des signaux variables

Dans les systèmes de gestion du trafic faisant appel à des limitations de vitesse variables, les inter-distances seront en moyenne de 1'000m. Celles-ci seront adaptées au tracé de la route. En cas de fortes sinuosités ou de fortes pentes, les inter-distances seront diminuées.

Il n'existe pas d'inter-distance minimale prescrite. Les distances inférieures à 400m seront à éviter pour ne pas surcharger la signalisation.

Des distances supérieures à 1'500m ne sont pas admissibles, car la vigilance de l'usager serait amoindrie. Dans le cas où cette directive entraînerait des problèmes de réalisation insolubles, il sera possible de transgresser cette règle.

Il y a lieu de répéter les limitations de vitesse directement après la piste d'accélération aux entrées des jonctions et des échangeurs.

I Premier principe de base : Abaissement progressif des vitesses

Sur deux zones successives, la zone en amont ne peut pas avoir une vitesse supérieure de plus de 20km/h par rapport à la vitesse de la zone en aval.

Un enclenchement des limitations de vitesses par pas de 20km/h est appliqué pour le passage de 120 jusqu'à 60km/h en amont d'un point de conflit (Figure 16). Dans le cas d'une distance très grande entre les positions de signalisation, un enclenchement par pas de 40km/h est admis pour passer de 120km/h à 80km/h pour qu'un abaissement de la vitesse soit appliqué sur une distance qui reste raisonnable.

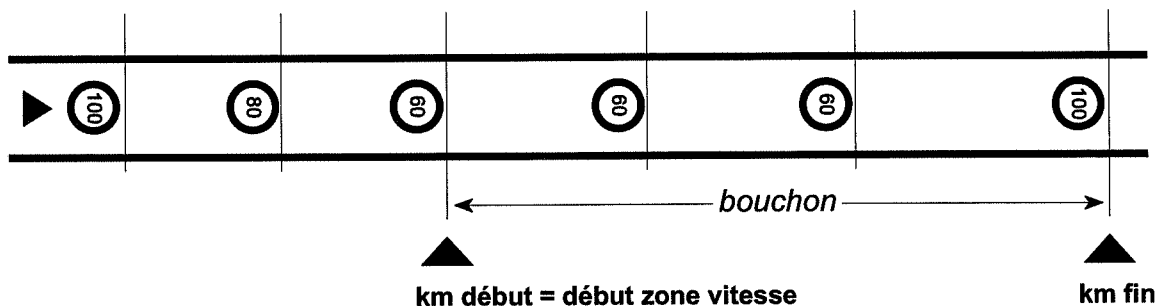


Figure 16 : Enclenchement des limitations de vitesse en cas de bouchon.

II Second principe de base : Lissage des vitesses

Si deux zones successives et non jointes sont dans des régimes de vitesse réduits (différent du régime normal des vitesses), alors la vitesse sera maintenue à un niveau abaissé entre les deux zones, égale au plus grand des deux régimes de vitesse adjacents, pour éviter d'avoir un scénario de vitesse en dents de scie (lissage).

3.3 SIGNALISATION VARIABLE DE DANGER

3.3.1 Généralités

Le rôle des signaux de danger est d'indiquer un danger immédiat, à courte distance, concernant les conditions de circulation ou les conditions météorologiques.

Ils sont disposés à une distance suffisamment proche du danger, mais permettant tout de même au conducteur de réagir au message sans qu'il soit distrait juste au moment critique.

En règle générale, les signaux de danger n'ont pas besoin de messages de texte ou d'explications complémentaires. Ils sont à utiliser uniquement dans le cas où le comportement à adopter par les utilisateurs de la route ne serait pas clair ou qu'il serait nécessaire de donner des précisions sur le danger.

Les feux clignotants peuvent être utilisés pour attirer l'attention des conducteurs.

3.3.2 Forme et contenu

Les pictogrammes de danger utilisés ont une forme triangulaire ou rectangulaire (voir Figure 19, première ligne) :

- o Autres dangers (OSR 1.30) ;
- o Bidirectionnel (OSR 1.26) ;
- o Chaussée glissante (OSR 1.05) ;
- o Bouchon (OSR 1.31) ;
- o Travaux (OSR 1.14) ;
- o Autoroute fermée (selon OSR 4.02) ;
- o Tunnel fermé (selon OSR 4.07).

Pour les autoroutes, le grand format de côté $c=1500\text{mm}$ sera appliqué. Pour les semi-autoroutes, où la vitesse est limitée à 100km/h ou moins, le format intermédiaire de côté $c=1200\text{mm}$ sera appliqué pour les signaux de danger.

Sur les autoroutes, lorsque les conditions sont particulières, par exemple lorsque le terre-plein central a une largeur inférieure à 4m standard, il est possible d'appliquer le format intermédiaire. Dans ce cas, le même format sera appliqué des deux côtés de la chaussée.

Les signaux de danger peuvent être complétés par une ou deux lignes complémentaires de texte (plaque complémentaire placée sous le signal). Ces lignes comporteront au moins 8 caractères d'une hauteur minimale de 280mm (400mm pour le grand format et de 320mm pour le format intermédiaire) ; par exemple deux lignes nécessaires pour décrire le temps de parcours pour franchir le système.

3.4 INSTALLATION DES SIGNAUX VARIABLES

Les signaux variables de vitesse peuvent être posés :

- Seuls (dans la Figure 17 avec l'annonce de danger en amont);
- Ajoutés au-dessous des signaux de danger (Figure 18) ;
- Avec la plaque complémentaire (par exemple un symbole de poids lourds);
- Ajoutés au-dessous des PIV/PMV ;
- Faisant partie du PIV/PMV (seulement la vitesse 60km/h) (voir les pictogrammes admis dans les PMV). S'il est utilisé comme une recommandation (figure sans le cercle rouge), il ne possède aucune valeur légale.

Les signaux variables de danger peuvent être posés :

- Seuls ;
- Avec la plaque complémentaire (1 ou 2 lignes) ;
- Avec la limitation variable de vitesse au-dessous ;
- Sur les PIV/PMV.

Les positions de limitation de vitesses sont, en règle générale, communes aux positions des signaux variables de danger (superposition). Cette combinaison apporte une bonne information homogène et complète.

L'inter-distance des signaux variables est en fonction de la géométrie de la route (voir 3.2.2). Les distances entre deux signaux variables de vitesse devraient toutefois rester entre 1'000m et 1'500m. Toutefois, les signaux de danger peuvent être moins nombreux.

Une position de limitation de vitesse devrait être placée après chacune des rampes d'entrée et des rampes convergentes des échangeurs (à la fin de la zone d'accélération et d'insertion).

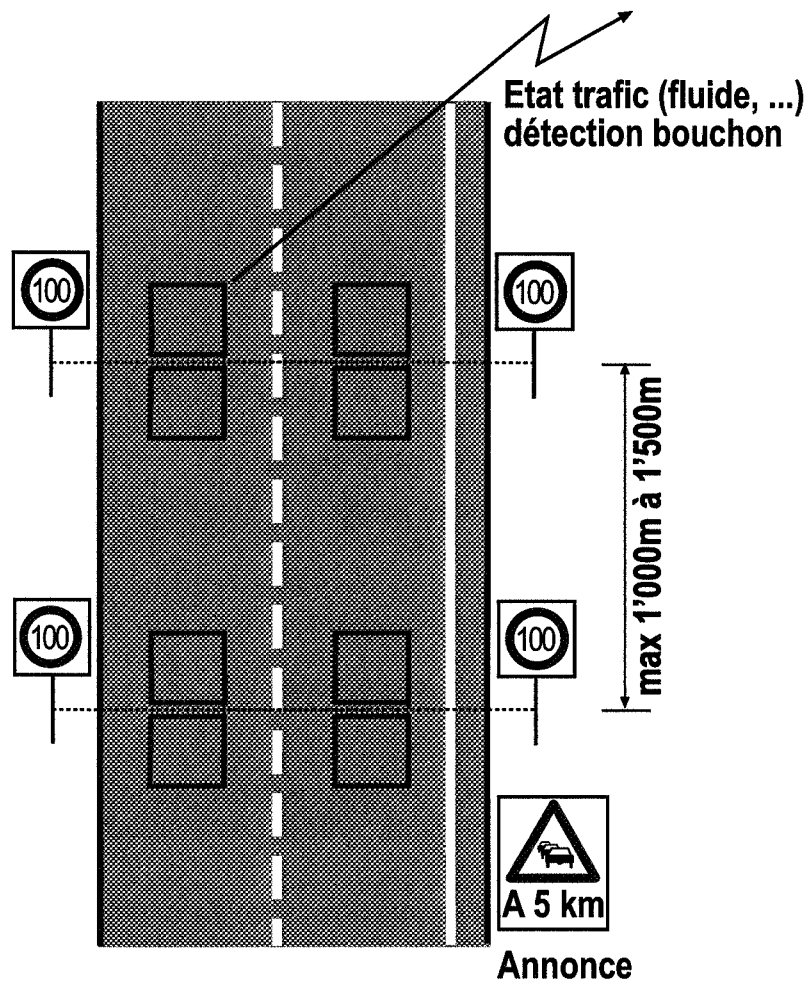


Figure 17 : Modulation de vitesse et annonce de bouchon avec détection du trafic.

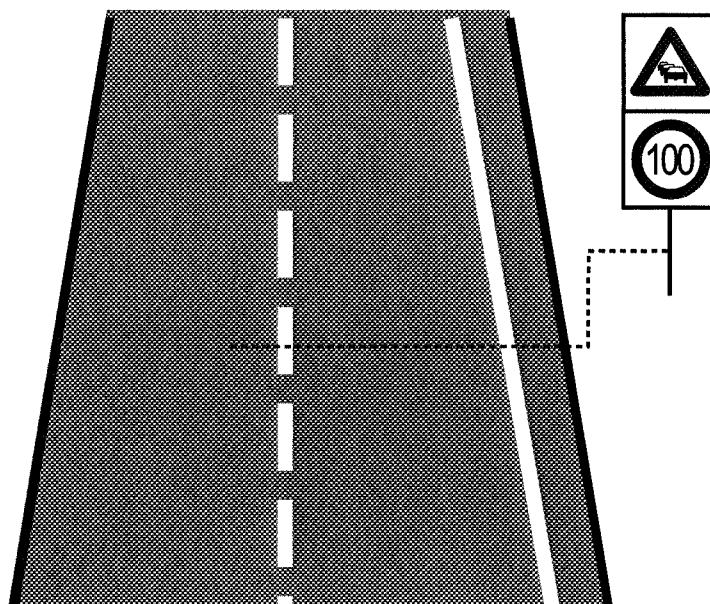


Figure 18 : Signal variable de vitesse ajouté au-dessous d'un signal de danger.

4 UTILISATION DES PMV/PIV

4.1 APPLICATIONS PRINCIPALES

4.1.1 Définitions

Le terme de tableaux dynamiques d'information utilisé dans les passages suivants est défini ci-dessous:

- o Panneaux à messages variables (PMV): panneaux composés d'une partie avec un pictogramme à gauche (et éventuellement une ligne de texte supplémentaire au-dessous du pictogramme) ainsi qu'une partie de plusieurs lignes de texte à droite.
- o Panneaux d'information variable (PIV): panneaux avec un pictogramme et quelques lignes de texte au-dessous pour l'affichage de courtes informations.

4.1.2 Objectifs

Les tableaux dynamique d'information doivent avant tout être considérés comme des panneaux d'information. L'utilisation d'un tel panneau comme signal de prescription serait possible, toutefois, vu le manque d'expérience, il semble préférable de ne pas les utiliser en tant que tel actuellement. De ce fait, les PMV peuvent informer et conseiller, mais pas imposer.

Les objectifs de l'utilisation des tableaux dynamiques d'information (PMV, PIV) pour la gestion du trafic sur les autoroutes et les semi-autoroutes sont :

- o Informer à temps les usagers du système en cas de perturbations ;
- o Diffusion d'une information *préventive* et pas uniquement lorsque les problèmes de circulation sont apparus ;
- o Limiter les risques de formation de bouchons (stop and go) et d'arrêt du trafic dans les situations de trafic instables ;
- o Assurer en permanence un niveau élevé de sécurité pour les usagers de l'autoroute et pour le personnel chargé de l'entretien de l'autoroute ;
- o Assurer en permanence une fluidité optimale du trafic en régime de circulation tant normal que perturbé, suite à un incident ou à des travaux d'entretien ;
- o Inciter les utilisateurs à choisir les transports publics si le réseau est trop encombré (P+R).

Une disposition à distance régulière des PMV/PIV est un bon moyen de répondre à ces objectifs.

4.1.3 Règles générales d'implantation

Les PMV doivent toujours être implantés en amont du point d'application du message, à une distance suffisante pour que l'utilisateur puisse adapter son comportement dans de bonnes conditions.

La localisation doit permettre à l'utilisateur de se trouver dans une situation de choix.

Un PMV devrait toujours être hors du voisinage immédiat avec d'autres types de signalisation (inter-distance minimale de 500m).

4.1.4 Application locale

Les panneaux d'informations variables PIV sont utilisés à l'approche d'un point de conflit important qui n'est pas traité par d'autres mesures, éventuellement avant un échangeur. Ils peuvent servir de mise en garde temporaire contre les vitesses trop élevées (par exemple avant un tunnel ou une courbe serrée, en cas de volume de trafic important ou en cas de mauvaises conditions météorologiques).

Les avantages d'une utilisation d'un PIV par rapport à l'utilisation d'un signal variable de vitesse ou de danger seul est une meilleure prise en considération et une meilleure acceptation des indications diffusées.

Les conditions préalables pour la gestion du trafic :

- o Une surcharge régulière du trafic ;
- o Des accidents plus fréquents que la moyenne ;
- o Des embouteillages et des pertes de temps lorsque la charge de trafic augmente ;
- o Des accidents liés aux conditions météo plus fréquents que la moyenne.

4.1.5 Application d'axe routier

Les PIV servent à guider le trafic le long de l'axe routier. Le but de la signalisation est d'accroître la sécurité et la fluidité du trafic lors de perturbations. La gestion d'axe sert d'avertissement lors de conditions particulières (bouchon) ou d'incident.

Il est possible de réagir à des dangers latents :

- o Les signaux de danger complètent la signalisation mise en place avant un embouteillage. Ils permettent une meilleure prise en considération de la signalisation par les conducteurs.
- o Le texte donne des renseignements sur la localisation de la perturbation, les points stratégiques concernés et leur ampleur.
- o L'ajout de signaux de limitation de vitesse sous les PIV permet de diminuer les vitesses à l'approche d'un embouteillage et d'éviter des carambolages en série.

4.1.6 Application liée à un réseau (PMV)

Cela consiste à mettre à disposition des informations relatives au réseau qui ne sont pas forcément liées directement au lieu où l'information est diffusée, mais à des distances plus éloignées (exemple : des grandes manifestations comme Expo.02, Palexpo...). La gestion du réseau comprend la possibilité d'itinéraires de délestage.

Lorsqu'un embouteillage se forme, les panneaux à messages variables (PMV) sont activés en amont de la perturbation. S'il y a possibilité de dévier le flux de trafic sur un autre tronçon pour rejoindre plus loin l'axe de base et que le temps perdu dans le ralentissement devient alors équivalent à celui de la déviation, les messages des panneaux sont alors adaptés et indiquent le parcours alternatif.

Les conditions nécessaires pour l'application à un réseau sont :

- o Fort potentiel de surcharge du volume de trafic sur le tronçon ;
- o Grande proportion de trafic pouvant être déviée sur un autre parcours ;
- o Des parcours alternatifs utilisables ;
- o Des gains de temps pour le trafic ne pouvant pas être dévié.

4.1.7 Avantage

Les coûts prévisibles de la gestion du trafic sont compensés par des avantages macro-économiques sous forme de gains de temps de déplacement, d'augmentation du confort pour tous les usagers de la route, de prévention des accidents et de réduction des atteintes à l'environnement.

De plus, il est possible grâce à l'élévation de la capacité du réseau routier par la gestion du trafic, d'éviter des investissements pour des mesures constructives.

4.2 FORME ET CONTENU DES PMV/PIV

4.2.1 Principes à respecter

Pour que l'introduction d'une gestion du trafic avec l'aide des PMV/PIV soit efficace, il est nécessaire que ceux-ci soient clairs et que les représentations soient uniformisées. Les informations doivent pouvoir être lues rapidement et permettre des prises de décisions instantanées.

Les informations doivent être harmonisées avec les cantons voisins ainsi qu'avec des messages répandus par la radio, la télévision, etc.

Principes à respecter pour les informations textuelles et l'apparence des panneaux :

Structure et contenu en général

- o En règle générale, il faut appliquer les règles de base de la Convention de Vienne aux PMV.
- o La structure des tableaux devrait toujours rester la même.

Pictogrammes et symboles

- o Le pictogramme délivre l'information principale.
- o Les pictogrammes et symboles devraient être compréhensibles par tous. Par les usagers mais aussi par les étrangers.
- o Le contraste lumineux joue un rôle important pour la reconnaissance des pictogrammes à une distance correcte.

Texte et signes

- o Le texte a un rôle d'information complémentaire. Il ne s'agit pas de répéter la signification du pictogramme affiché. En conséquence, il est préférable de combiner les pictogrammes et les textes plutôt que de n'utiliser que du texte.
- o Un texte devrait être aussi bref que possible.
- o L'utilisation de plusieurs langues est à proscrire.
- o Un message avec pictogramme doit se limiter à 5 mots, un message sans pictogramme à 7 mots.
- o Equilibrer les lignes de texte pour favoriser la lecture.
- o Eviter les mots vides tels que : attention, danger.
- o Eviter les mots peu explicites tels que : dense, perturbé, saturé.
- o Eviter les mots techniques tels que : congère.
- o Eviter les conseils généraux tels que : prudence, ralentissez.
- o Meilleure organisation lexicale – « Pluies fortes » étant par exemple préférées à « Fortes pluies ».
- o La seule ponctuation admise est « : ».
- o Les abréviations risquent de ne pas être comprises par tous. Seules les abréviations telles que « m » pour mètre, « km » pour kilomètre et « min » pour minute peuvent être utilisées.
- o Les prépositions peuvent être laissées de côté ou remplacées par des symboles (difficile surtout pour les étrangers). Surtout, on ne peut pas utiliser deux prépositions en même temps (par exemple « à » et « de », ou « à » et « sur »).
- o Les signes admis sont : « ↑ ↑ » .

Restrictions

- o Il doit y avoir seulement une indication de distance sur un PMV.
- o Un message ne peut pas contenir plus de 4 informations différentes.
- o Il ne faut pas mélanger l'information concernant plusieurs événements sur un seul PMV.
- o Il faut afficher les informations sur les PMV que celles qui concernent les événements sur la chaussée en circulation.
- o L'affichage de tout message de nature publicitaire est interdit.

La distance à la perturbation et l'étendue (l'ampleur du dérangement) sont arrondis de la manière suivante :

- o Entre 100 et 1'000m : à 100m
- o Entre 1 et 2km : à 500m
- o $D \geq 2\text{km}$: à 1km.

La distance en-dessous de 100m n'est pas affichée. Elle est sous forme « A X M » ou « A Y KM ».

L'étendue est affichée sous forme « ↑ X M ↑ » ou « ↑ Y KM ↑ ».

La différence entre la distance et l'étendue n'est pas très bien différenciée par l'usager de la route, alors les deux ne pourront pas être affichées en même temps.

Pour le trajet jusqu'à la perturbation ou le temps de parcours pour des valeurs entre 0 et 60min, l'affichage s'effectue sous forme de : XX min. Pour des valeurs plus grandes que 60min, l'affichage s'effectue sous forme : > 1 h.

Les tableaux dynamiques d'information doivent être visibles par les conducteurs à une distance de 200 m. La lisibilité des informations doit être garantie à une distance de 150 m.

4.2.2 Pictogrammes

Les pictogrammes les plus fréquents dans les PMV sont présentés à la Figure 19.

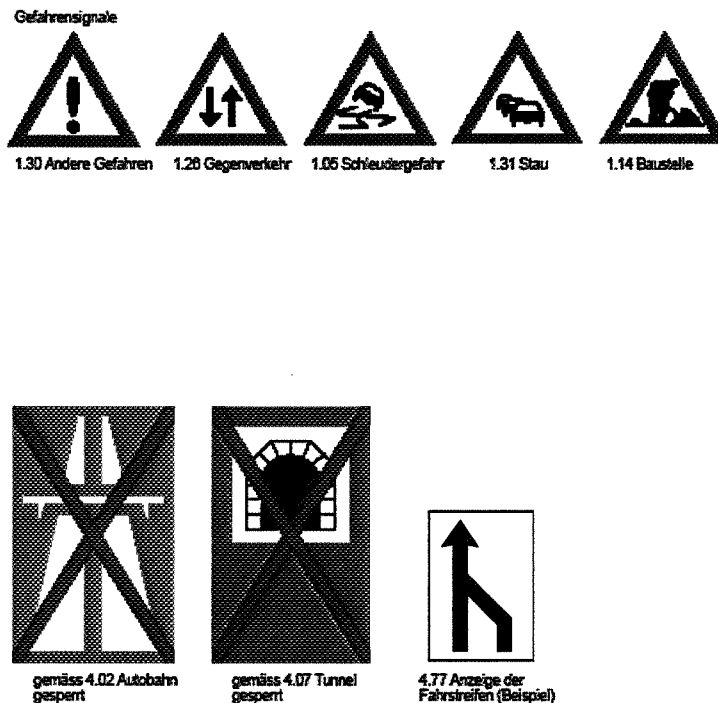


Figure 19 : Les pictogrammes les plus fréquents sur les PMV.

4.2.3 Géométrie des panneaux

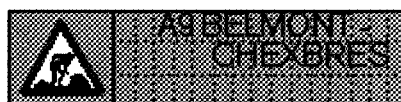
Les tableaux dynamiques d'information peuvent être présentés selon deux structures différentes :

1. Première structure – Panneaux à Messages Variables (PMV)

Les PMV ont une largeur de 7,76m et une hauteur de 2,4m (CEN Type E).

Le pictogramme se situe à gauche et 3 lignes de texte de 15 caractères à droite.

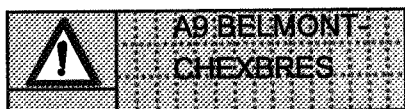
- o Hauteur d'une lettre : 330mm ;
- o Largeur d'une lettre : 240mm ;
- o Espacement des caractères : 96mm ;
- o Dimensions des pictogrammes (ou symboles) pour les autoroutes: cercle – diamètre d=1200mm, triangle – longueur de côté c=1500mm.



Il existe une sous-variante préconisée par l'OFROU avec une ligne de texte supplémentaire de 8 caractères au maximum au-dessous du pictogramme. Elle sert à inscrire le trajet en mètres/kilomètres (distance) jusqu'à la perturbation ou la perte du temps en minutes ou si nécessaire, on peut y ajouter un symbole, tel que la quantification de l'événement ou la catégorie de véhicules.

Sous le pictogramme :

- o Hauteur du texte : 200mm (max);



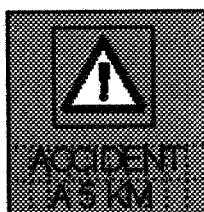
Le texte à droite inclut en principe :

- o 1^{ère} ligne du texte : localisation de la perturbation (axe, lieu) ;
- o 2^{ème} ligne : renseignements sur les points (raccordements, embranchements, centre régional, passage de frontière, tunnel, destination étrangère) du tracé qui sont concernés par la perturbation ;
- o 3^{ème} ligne : cause, étendue, distance (s'il n'y a pas de ligne complémentaire sous le pictogramme) ou recommandation sur l'itinéraire à suivre.

Si nécessaire, pour mieux décrire l'ampleur de la perturbation, il faut utiliser l'évaluation du temps perdu, la durée du blocage ou éventuellement le temps de parcours jusqu'au prochain raccordement. Selon les pratiques en Europe, l'indication du temps de parcours sera le standard.

2. Deuxième structure – Panneaux à Information Variable PIV

Pictogramme au-dessus de 2 lignes de texte de 8-10 caractères de minimum de 210mm de hauteur (en France cela s'appelle PMV-C).



En principe :

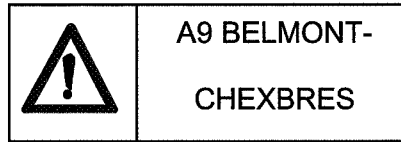
- o 1^{ère} ligne du texte : cause (si accident), lieu, distance, conseil;
- o 2^{ème} ligne : distance, cause, conséquence, conseil.

Les tableaux dynamiques d'information du premier type permettent de diffuser une information et également de donner des conseils sur le comportement à adopter.

Le second type de tableau (PIV) dont la fonction est comparable à celle d'un PMV classique, permet d'afficher moins de texte qu'un PMV. Ainsi, les PIV servent uniquement à faire passer une information.

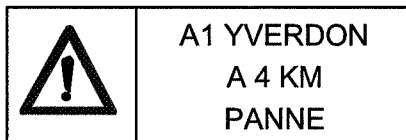
Exemples

Des problèmes d'affichage peuvent se présenter lorsque le nom du "LIEU" est trop long. Si la 2^{ème} ligne est libre de tout affichage, elle peut être utilisée pour afficher la totalité du nom du lieu concerné.

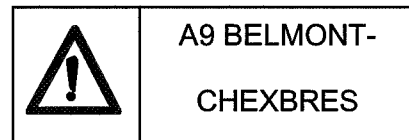


Si elle est occupée, par exemple dans la situation d'une fermeture de voie de circulation pour le cas du PMV de la première zone, le texte de la 2^{ème} ligne est reporté à la 3^{ème} ligne. Ainsi, le nom complet est affiché sur la 1^{ère} et la 2^{ème} ligne. Le texte qui aurait dû apparaître à la ligne 3^{ème} disparaît.

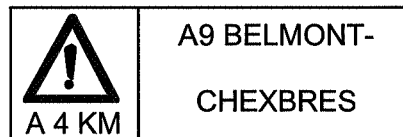
Cas normal



Si nom trop long



Ce problème peut être réglé avec les PMV équipés d'une ligne de texte au-dessous du pictogramme. En effet, cette ligne supplémentaire peut servir à inscrire la distance à laquelle se trouve l'incident.



L'ensemble de 3 lignes n'est pas nécessairement utilisé (voir chapitres 4.3.1 – 4.3.2).

4.3 COMPOSITION DE MESSAGES ET AFFICHAGE

Les divers événements qui peuvent demander l'utilisation des PMV/PIV sont :

- Fermeture de voie ;
- Fermeture de sortie ;
- Fermeture d'autoroute ;
- Sortie forcée ;
- Bidirectionnel ;
- Bouchon ;
- Incident (vitesse) ;
- Contresens ;
- Événement exceptionnel ;
- Délestage.

Les événements peuvent encore être subdivisés en plusieurs cas de figure, par exemple selon la position du PMV en fonction de celle du début de l'incident. Si le cas n'est pas précisé, cela signifie qu'il s'agit de la configuration standard.

Le premier PMV/PIV en amont de l'incident correspond au cas « sur la première zone ». Les suivants affichent le message selon la configuration standard.

Le cas « si km début < km PMV < km fin » signifie que le PMV se trouve en aval du début de l'incident et en amont de la fin de celui-ci. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de préciser de quel axe, ni de quel lieu il s'agit. Seul la cause ou l'étendue est affichée.

4.3.1 Messages sur les PMV













		AFFICHAGE			
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3
Fermeture d'une voie de circulation			AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante) / sinon rien	CAUSE
	Sur la première zone		AXE LIEU	DISTANCE	CAUSE
	Si nom du lieu trop long		AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante)	DISTANCE
	Si km début < km PMV < km fin		-	-	CAUSE
Fermeture d'une sortie			AXE LIEU	SORTIE N°X	FERMEE
			AXE LIEU	SORTIE	FERMEE
			SORTIE	NOM SORTIE	FERMEE
Incident (vitesse)	Si distance du PMV à l'incident ≤ 15 km		AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante) / sinon rien	ETENDUE
	Si km début < km PMV < km fin		-	-	ETENDUE
	Incident sur une sortie		AXE	SORTIE	NOM SORTIE
Contresens			-	VEHICULE A	CONTRESENS
Convoi exceptionnel			-	CONVOI	EXCEPTIONNEL

Tableau 1 : Résumé des cas possibles








		AFFICHAGE			
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3
Fermeture d'une voie de circulation			AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante) / sinon rien	-
	Sur la première zone		AXE LIEU	DISTANCE	-
	Si nom du lieu trop long		AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante)	DISTANCE
	Si km début < km PMV < km fin		-	-	ETENDUE
Fermeture d'une sortie			AXE LIEU	SORTIE N°X	FERMEE
			AXE LIEU	SORTIE	FERMEE
			SORTIE	NOM SORTIE	FERMEE

Tableau 2 : Résumé des cas possibles si cause travaux

Le lieu correspond au lieu de la cause du délestage (et non pas au lieu du délestage) (tableau 3).






		AFFICHAGE			
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3
Bouchon			AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante) / sinon rien	ETENDUE
	Si km début < km PMV < km fin		-	-	ETENDUE
	Sur une sortie		AXE	SORTIE	NOM SORTIE
Délestage			AXE	SORTIE NOM	CONSEILLEE
	Si sortie conseillée avec nom trop long	-	AXE	CONSEIL : SORTIE	NOM SORTIE
			AXE LIEU	DESTINATION VIA	ITINERAIRE

Tableau 3 : Résumé des cas possibles si cause bouchon




		AFFICHAGE			
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3
Bidirectionnel			AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante) / sinon rien	TRAVAUX
	Sur la première zone		AXE LIEU	DISTANCE	TRAVAUX
	Si km début < km PMV < km fin		-	-	ETENDUE

Tableau 4 : Résumé des cas possibles si cause bidirectionnel

Le lieu correspond au lieu de la cause du délestage (et non pas au lieu du délestage)
 (Tableau 5).






		AFFICHAGE			
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3
Fermeture d'autoroute			AXE LIEU	LIEU (si ligne 1 pas suffisante) / sinon rien	CAUSE
	Sur la première zone		AXE LIEU	DISTANCE	CAUSE
Sortie forcée			AXE	SORTIR A	NOM SORTIE
Délestage			AXE LIEU	DEVIATION VIA	ITINERAIRE
			AXE LIEU	DESTINATION VIA	ITINERAIRE

Tableau 5 : Résumé des cas possibles si cause autoroute fermée

4.3.2 Messages sur les PIV





		AFFICHAGE		
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2
Fermeture d'une voie de circulation			CAUSE	DISTANCE
Incident (vitesse)			LIEU	ETENDUE
Contresens			VEHICULE A	CONTRESENS
Convoi exceptionnel			CONVOI	SPECIAL

Tableau 6 : Résumé des cas possibles


		AFFICHAGE		
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2
Fermeture d'une sortie			LIEU	FERME

Tableau 7 : Résumé des cas possibles si cause travaux


		AFFICHAGE		
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2
Bouchon			LIEU	ETENDUE

Tableau 8 : Résumé des cas possibles si cause bouchon


		AFFICHAGE		
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2
Bidirectionnel			DISTANCE	TRAVAUX

Tableau 9 : Résumé des cas possibles si cause bidirectionnel



		AFFICHAGE		
Situation	Cas	Pictogrammes	Ligne 1	Ligne 2
Sortie forcée			SORTIR A	NOM SORTIE
Fermeture d'autoroute			CAUSE	DISTANCE

Tableau 10 : Résumé des cas possibles si cause autoroute fermée

4.4 CATÉGORIES DE MESSAGE

4.4.1 Messages d'annonce sur l'autoroute

Dans le cas d'un incident, un PMV/PIV avec un signal de danger est utilisé en amont de l'événement le plus proche, mais à la distance maximale d'environ 15 km (Figure 20). Les PMV à plus de 15 km en amont n'affichent pas l'information.

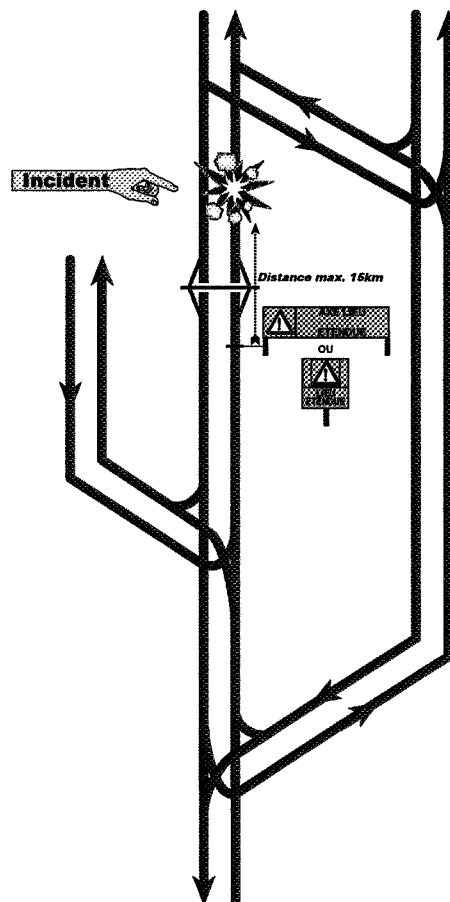


Figure 20 : Annonce incident.

Dans le cas de la fermeture de voie(s) (sans bouchon) et de bidirectionnel, un PMV/PIV est utilisé en amont de l'événement le plus proche, mais à la distance maximale d'environ 30 km (Figure 21).

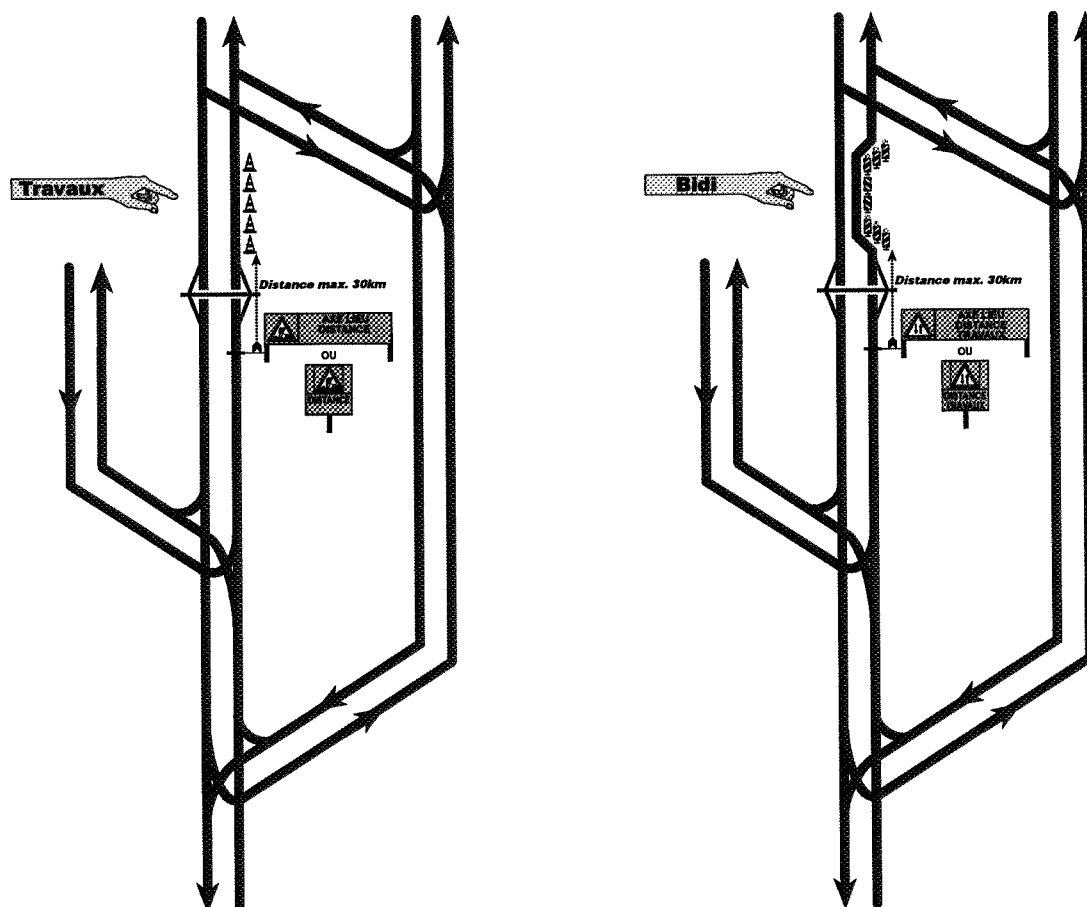


Figure 21 : Annonce de la fermeture d'une voie (cas unitaire, sans bouchon) et annonce de circulation bidirectionnelle.

Pour la fermeture de sortie d'autoroute, 1 à 2 PMV/PIV sont utilisés en amont de l'événement, soit un PMV/PIV en amont de la sortie fermée et autre en amont de la sortie précédente à la distance maximale d'environ 30 km (Figure 22).

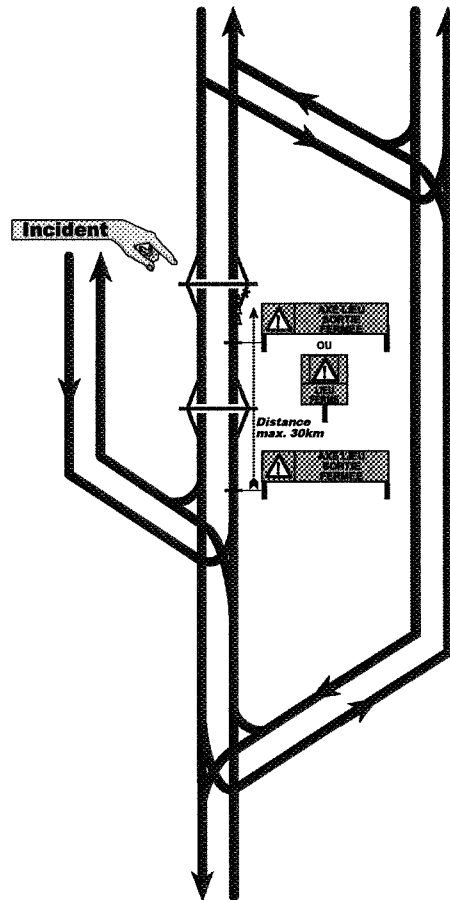


Figure 22 : Annonce fermeture sortie.

Pour le bouchon et la fermeture de l'autoroute sans délestage, on utilise un plus grand nombre de PMV/PIV de manière plus étendue (Figure 23). 1 à 2 PMV/PIV sont placés en amont de l'événement sur la même direction et au maximum deux échangeurs en amont sont équipés de 1 à 2 PMV/PIV chacun. La distance maximale entre le premier panneau en amont et l'événement est environ 30 km.

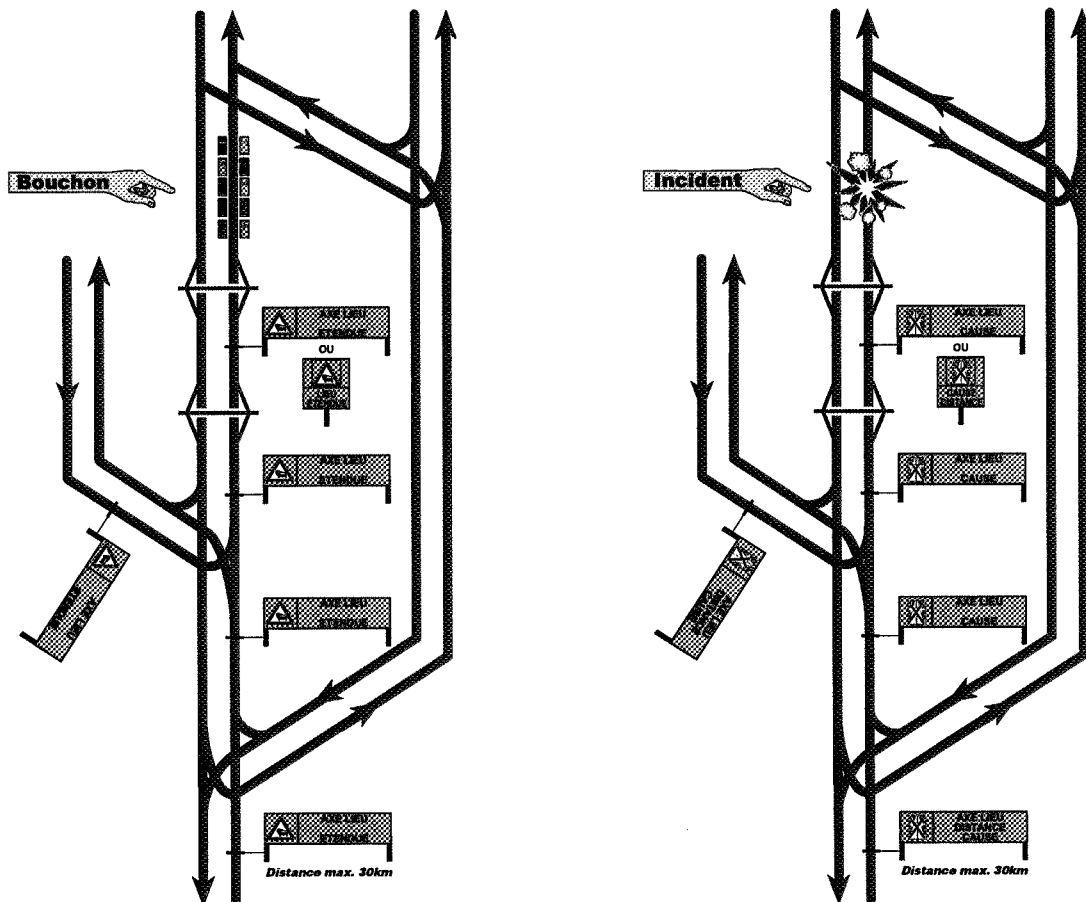


Figure 23 : Annonce de bouchon et annonce de fermeture d'autoroute sans délestage.

4.4.2 Messages de gestion du trafic (TMP Traffic Management Plan)

En cas de délestage, on utilise des PMV/PIV (nombre, diffusion) de manière adaptée à la situation.

Les annonces peuvent être disposées à n'importe quelle distance du lieu concerné. En principe, elles sont situées à une distance raisonnable d'un point de décision (jonction, échangeur) et dans des emplacements stratégiques du réseau. Leur localisation dépend entièrement de la matrice origine/destination et des parcours alternatifs. Généralement, le nombre de parcours différents, en plus du parcours usuel, est limité à deux.

Une fois que le conseil de déviation est donné, l'utilisateur doit être guidé à l'aide de signaux répétés jusqu'à ce que la destination finale puisse être retrouvée sur les signaux « normaux ».

En pratique, les messages d'information et les messages de gestion du trafic sont complémentaires (bouchon et fermeture autoroute avec délestage dans la Figure 24).

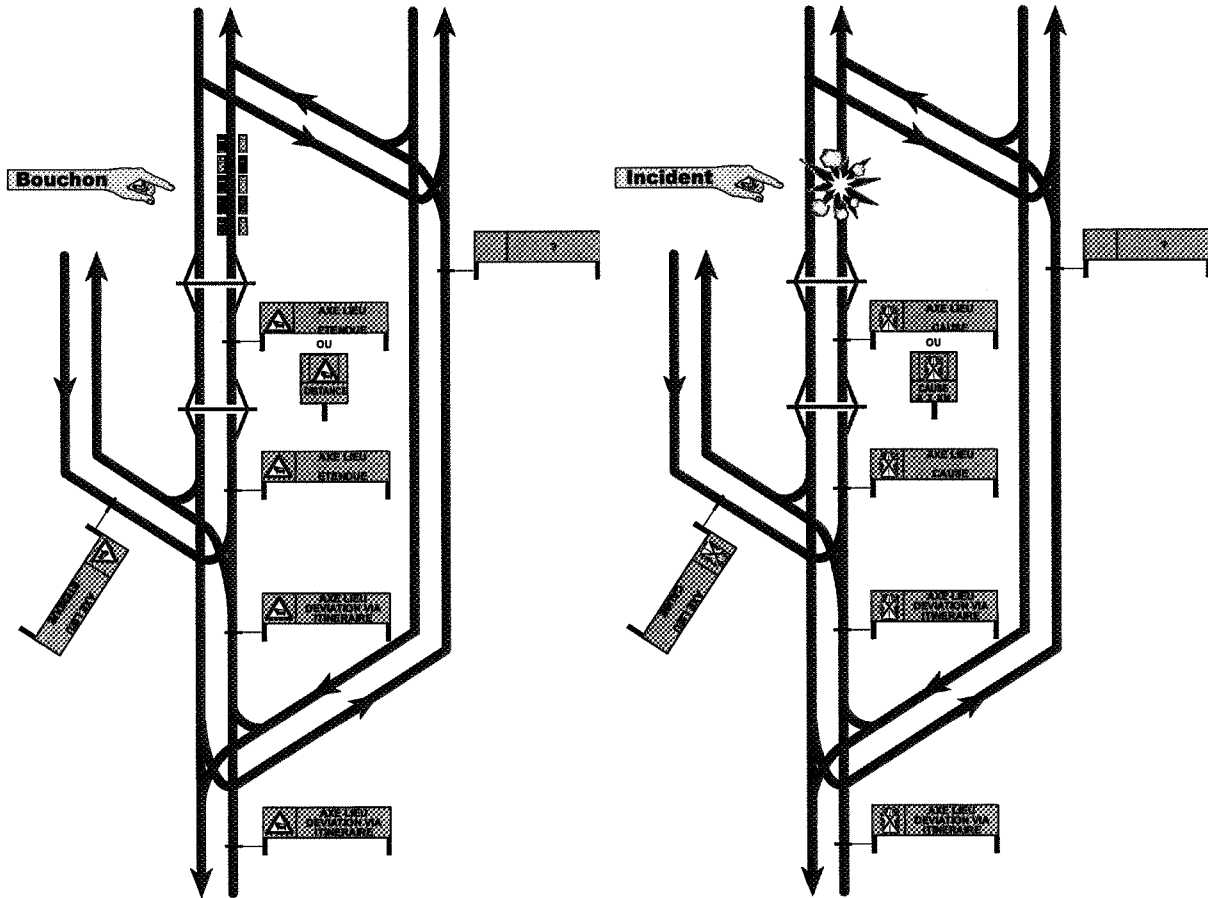


Figure 24 : Annonce bouchon et fermeture autoroute avec délestage.

4.5 PRIORITÉS ENTRE MESSAGES

Le réglage de la priorité entre messages définit quel message doit être affiché dans le cas d'événements simultanés. Les messages ont un degré de priorité (de 1 à 99).

Les priorités sont définies de la manière suivante dans l'ordre décroissant :

6. Délestage ;
7. Autoroute fermée ;
8. Sortie forcée ;
9. Bouchon ;
10. Manifestations ;
11. Sortie fermée ;
12. Fermeture d'une voie ;
13. Bidirectionnel ;
14. Incident ;
15. BPA (Messages préprogrammés) ;

16. Etat de repos.

A l'intérieur de ces degrés de priorités, les règles ci-après sont appliquées dans l'ordre de priorité paramétrable :

17. Priorité selon l'axe,

18. Priorité géographique,

19. Priorité causale :

- a) l'ordre de priorité décroissant des causes : accident, travaux, panne, incident ;
- b) l'ordre de priorité décroissant pour les délestages : autoroute fermée, bouchon, autre.

5 REGLES DE BASES POUR LA SIGNALISATION VARIABLE POUR LES POIDS LOURDS

5.1 SIGNAUX EN QUESTION

La signalisation variable pour les poids lourds concerne les signaux de prescription :

- Interdiction aux camions de dépasser (OSR 2.45) ;
- Fin de l'interdiction aux camions de dépasser (OSR 2.56).

Elle concerne aussi les panneaux à messages variables destinés aux poids lourds avec un symbole « poids lourds » (symbole seul à la gauche du texte comme dans la Figure 4).

Selon la Convention de Vienne, au-dessous des signaux de prescription sur une plaque complémentaire, on peut y ajouter des figures, symboles ou textes brefs. Sur cette plaque, il est possible d'indiquer le message pour les poids lourds (ou une autre catégorie de véhicules) ou exclure une catégorie de véhicules.

5.2 COMBINAISON DE SIGNAUX

Dans ce cas, il y a besoin de combiner les signaux sur une même position, le signal d'interdiction de dépasser sera placé au-dessous du signal de danger.

Pour indiquer la vitesse séparément pour les poids lourds, on utilise le symbole « poids lourds » au-dessous de la limitation de vitesse et le signal de limitation de vitesse toujours au-dessous du signal de danger (Figure 25).

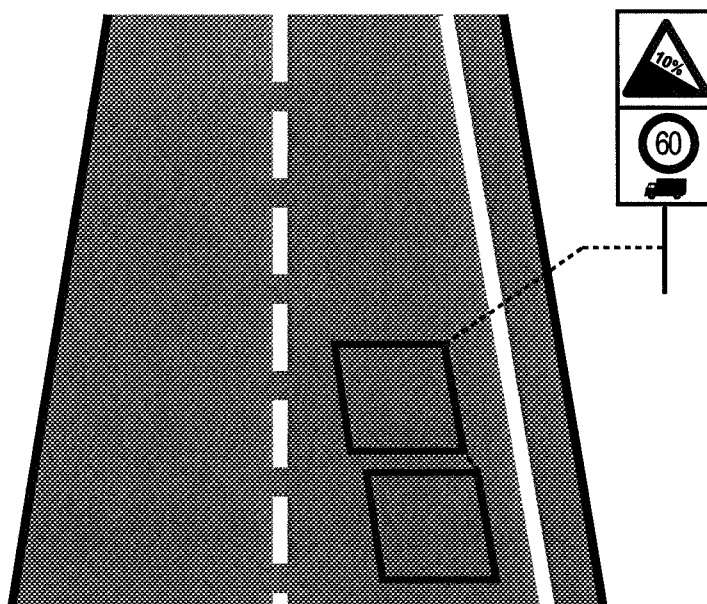


Figure 25 : Danger et limitation de vitesse pour les poids lourds.

6 ETAT DE REPOS

Il est souvent constaté, en association avec des installations différentes, que les signaux sont éteints (vide) à l'état de repos. Même si l'utilisation de la plupart des installations présentées est quotidienne, le temps d'utilisation est souvent limité à l'heure de pointe ou à la durée d'un conflit. C'est ainsi que l'impact sur les usagers de la route est le plus significatif.

Toutefois à l'état de repos, la vitesse maximale est limitée pour certains tronçons. La commande des régimes de vitesse supérieurs à l'état de repos n'est pas possible. Les signaux de danger sont généralement éteints sauf en cas d'exceptions locales.

Pour faire des tests, un message qui ne distrait ni embrouille les usagers est utilisé (heure, date, les campagnes de la sécurité de trafic où seulement la partie de texte est utilisée sans pictogramme).

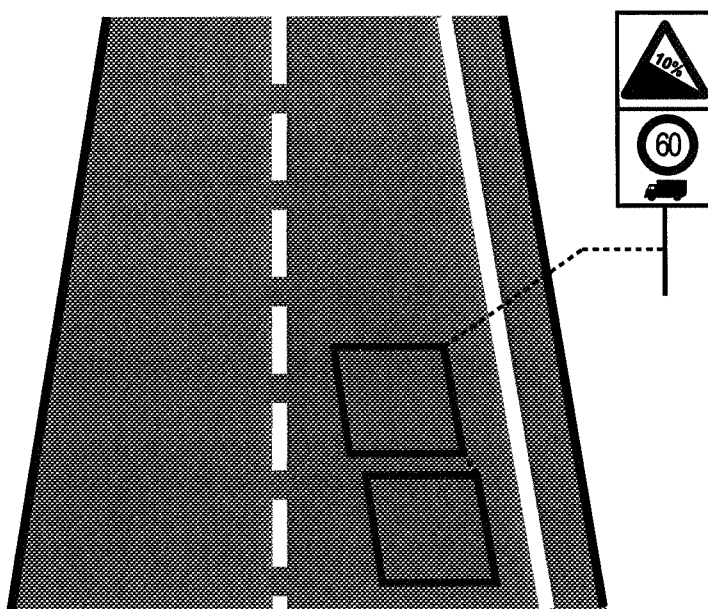
Toutefois, des incertitudes ont subsisté même encore lorsqu'il n'est pas nécessaire d'afficher un message spécifique. Par conséquent, l'OFROU a établi les principes suivants (le 16 juillet 2003) :

Lorsque la situation est normale (aucune perturbation du trafic n'est à signaler), il s'agirait d'afficher une annonce permanente sur le PMV :

- Sur tous les PMV, en situation normale : l'heure (hh.mm) ;
- Sur tous les PMV, en situation normale, après une demande de complément d'informations : la température [# - #°C] ;
- Sur les PMV spécialement sélectionnés, aux heures de pointe : la durée du trajet pour les destinations importantes.

Conformément à cette décision, tous les PMV devraient afficher l'heure. En raison de l'usure des LEDS, il serait préférable de faire varier la position de l'heure sur le panneau. A l'échelle de 24 heures, les heures et les minutes seront séparées par deux points.

La police aura la possibilité d'afficher des messages de sécurité à la place de cet état de repos.



7 CONCLUSIONS

7.1 OBJECTIF

Ce rapport essaie de définir les règles de bases pour l'exploitation des signaux variables de vitesse et de danger, ainsi pour l'exploitation des panneaux à messages variables et des panneaux à information variable.

Les mesures télématiques informent les usagers de l'état de la route de manière à ce qu'ils soient en mesure de prendre de meilleures décisions, avant et pendant le trajet.

7.2 BESOIN ET BÉNÉFICE

Il est évident que les conducteurs ne sont pas prêts à accepter les limitations variables de vitesse si elles ne reflètent pas directement et correctement la situation du moment. En pratique, cela signifie aussi que les conducteurs veulent voir et comprendre les circonstances et la cause pour s'adapter. Les annonces concernant la sécurité du trafic semblent être mieux respectées.

Les mesures télématiques influentes sur les routes à grand débit permettent d'agir positivement sur la sécurité et la fluidité du trafic. Le trafic est homogénéisé et notamment ralenti. L'avantage de ces systèmes tient à ce qu'ils rendent compréhensible et acceptable la réduction de la vitesse pour les usagers de la route.

De plus, il est possible, à cause de l'élévation de la capacité du réseau routier par la gestion du trafic, d'éviter des investissements pour des mesures constructives.

La question se pose de savoir si ces systèmes ne devraient pas être utilisés également pour les routes principales très chargées dans les agglomérations (entrées des villes), (DETEC, OFROU/ Elaboration des fondements d'une politique nationale de sécurité routière VESIPO : Principe 4 – Systèmes influents sur le trafic sur les routes à grand débit).

7.3 SITUATION ACTUELLE

Divers tableaux dynamiques d'information existent à travers l'Europe. Ce sont des dispositifs permettant d'afficher un pictogramme ou un symbole (on/off), des dispositifs permettant d'afficher n'importe quel texte ou ceux-ci combinant les deux.

Dans les pays européens, la pratique pour les signaux de prescription sur les PMV est presque entièrement conforme aux principes de la Convention de Vienne sur les signaux. Les différences entre les pays apparaissent pour les signaux de danger, principalement au niveau des textes. Mais les plus grandes différences apparaissent pour les panneaux d'indication. De ce fait, il existe un besoin d'uniformisation des signaux de déviation au niveau européen.

La Suisse – vu sa localisation centrale en Europe, et le grand volume de trafic étranger, mais aussi à cause des différentes langues – devrait mieux utiliser les pictogrammes et symboles (et la signalisation directionnelle) pour que la langue ne constitue pas un obstacle à la compréhension des messages.

Dans l'exploitation des tableaux dynamiques d'information, il manque encore les règles générales plus exhaustives du contenu de textes. Dans la pratique, il existe plusieurs exemples qu'il faudrait améliorer (comme la répétition inutile, quelques abréviations, prépositions et mots difficiles à comprendre, ainsi que la ponctuation inutile).

7.4 PRINCIPES À RESPECTER

Les pictogrammes et symboles combinés avec des messages explicatifs sont un bon moyen de transmettre les informations. Les symboles et pictogrammes compréhensibles à tous sont à favoriser vis-à-vis du texte, en particulier pour les messages de prescription et les messages de danger. L'ensemble des informations diffusées par les signaux variables et les tableaux dynamiques d'information doivent être fiables et claires afin de favoriser l'acceptation par le public. Si les indications ne sont pas perçues correctement par manque de clarté, le public ne se fiera plus aux messages variables.

L'information devrait être fondamentalement opportune et propice à l'amélioration de la sécurité. Cependant, la nature et la quantité de ces informations, notamment pendant le trajet, doivent être agencées et organisées de manière à ne pas dépasser les capacités de perception des usagers de la route. Ces informations doivent être claires, précises et simples, et leur sollicitation, ainsi que leur utilisation ne doivent pas compromettre la sécurité, (VESIPO ; Principe 1 – Information multimodale sur le trafic).

Les signaux variables ainsi que les PMV/PIV ne devraient être mis en service que lorsque les conditions de circulation l'exigent. C'est ainsi que l'impact sur les usagers de la route est le plus significatif. Si les signaux variables et PMV étaient continuellement en fonction, les usagers s'y habitueraient et n'y feraient plus attention.

Pour atteindre les objectifs, il faut respecter les principes les plus importants :

harmonisation des informations sur les PMV avec les cantons voisins, ainsi qu'avec des messages répandus par la radio, la télévision, etc.

structure homogène des informations

une seule langue

éviter des répétitions, abréviations, noms, expressions techniques, etc.

messages seulement concernant la circulation.

Le rapport de recherche donne un aperçu général sur les principales qualités des installations de gestion du trafic existantes en Suisse et à l'étranger et l'apparence des textes variables. Sur la base des connaissances acquises, des règles pour l'installation et la signalisation conforme au système ont été établies. La recherche s'est limitée aux résultats des analyses dans la littérature et n'a pas effectué ses propres enquêtes. Du point de vue de la commission d'expert, des enquêtes supplémentaires auraient été utiles pour le degré d'observation des différentes combinaisons. En plus, il manque aussi la prise en considération des directives actuelles de l'OFROU pour l'installation des panneaux à messages variables.

Les affirmations issues des présentes analyses fournissent tout de même aux spécialistes des indications et des informations précieuses quant à l'application et la présentation de signaux et de messages variables.

ROBERT-GRANDPIERRE ET RAPP SA

RGR/KAI/jb, le 21 juin 2005

Rapport_v04.doc (2201)

