



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes OFROU

DIRECTIVE
HARMONISATION DES
VITESSES ET
AVERTISSEMENT DE
DANGER (GHGW)

Principe de planification et d'exploitation

Édition 2015 V1.02
ASTRA 15016

Impressum

Auteurs / groupe de travail

Markus Bartsch	(OFROU N-VM)
Patrick Maillard	(RGR SA, Lausanne)
Walter Schaufelberger	(B+S AG, Berne)
Adrian Weber	(B+S AG, Berne)

Traduction

Services linguistiques OFROU (traduction française de la version originale allemande)

Éditeur

Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers N
Standards et sécurité de l'infrastructure SSI
3003 Berne

Diffusion

Le document est téléchargeable gratuitement sur le site www.astra.admin.ch.

© ASTRA 2015

Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Avant-propos

La mise en œuvre de systèmes de gestion du trafic doit permettre à l'OFROU d'augmenter la sécurité routière tout en améliorant la qualité de la circulation. Cette gestion inclut notamment l'équipement en systèmes adéquats d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger (HV-AD). À côté des systèmes de gestion de réseau, de gestion des nœuds et d'information routière, ces systèmes revêtent une grande importance pour la gestion du trafic sur les routes nationales.

Les HV-AD sont des instruments importants de fluidification du trafic par réduction de la vitesse ainsi que d'information et de mise en garde des usagers au sujet des perturbations du trafic et d'autres dangers sur les prochains tronçons. Ils contribuent donc beaucoup à améliorer la fluidité du trafic et la sécurité routière sur les routes nationales.

En fonction des conditions de circulation, d'environnement et météorologiques du moment, une réduction de la vitesse aide à fluidifier le trafic et ainsi à retarder ou même à empêcher les paralysies du trafic. Simultanément, l'avertissement de danger permet de mettre en garde les automobilistes en temps voulu lors de perturbations, d'accidents et d'autres dangers. Cette mise en garde est très importante notamment dans les tunnels et sur les tronçons autoroutiers très chargés ou parfois surchargés. En combinaison avec les harmonisations des vitesses, les avertissements de danger informent du motif des mesures de gestion du trafic éventuellement nécessaires et améliorent ainsi leur acceptation par les automobilistes.

La présente directive s'adresse aux propriétaires, aux concepteurs, aux fournisseurs et aux exploitants de HV-AD. Elle jette les bases d'une utilisation unifiée des HV-AD compte tenu des lois, des normes, des connaissances et des expériences actuelles. Elle sert à uniformiser les directives de planification et les prescriptions techniques pour leur utilisation en général, le choix de l'emplacement des signaux, les capteurs nécessaires et les conditions d'activation. Elle assure des HV-AD structurées suivant des critères uniformes à l'échelle suisse.

Office fédéral des routes

Jürg Röthlisberger
Directeur

Table des matières

	Impressum	2
	Avant-propos	3
1	Introduction	7
1.1	Objectif de la directive	7
1.1.1	Utilité de l’HV et de l’AD	7
1.1.2	Contenu de la directive	7
1.1.3	Bases légales	7
1.2	Champ d’application	7
1.3	Destinataires	8
1.4	Entrée en vigueur et modifications	8
2	Principes	9
2.1	Définition	9
2.1.1	HV et AD sur l’élément de réseau tronçon	9
2.1.2	HV et AD dans les tunnels	9
2.1.3	Combinaison des HV et des AD	9
2.2	Zone d’action	9
2.3	Termes ayant trait aux HV-AD	10
2.4	Principes d’application	11
2.5	Schéma de déroulement pour les HV-AD	11
2.6	Identification de l’état du trafic et des dangers	12
2.6.1	Bases	12
2.6.2	États du trafic	12
2.6.3	Identification des dangers	13
3	Signalisation	14
3.1	Images de signal	14
3.2	Règles d’affichage et emplacements	14
3.3	Disposition dans la section	15
3.4	Plans de feux	16
3.4.1	Plans de feux pour l’harmonisation des vitesses (HV)	17
3.4.2	Plans de feux pour l’avertissement de danger (AD)	18
3.5	Coordination avec la signalisation statique	20
3.5.1	Signalisation statique permanente	20
3.5.2	Signalisation des chantiers	21
3.6	Coordination avec la signalisation dynamique	21
3.6.1	Conversion de la bande d’arrêt d’urgence (CBAU)	21
3.6.2	Interdiction aux poids lourds de dépasser	22
3.6.3	Panneaux à messages variables (PMV)	22
3.6.4	Signalisation variable de direction (SVD)	22
3.6.5	Systèmes de feux de fermeture temporaire des voies (FTV)	22
3.6.6	Gestions de jonction	22
3.7	Coordination entre installations	22
3.8	Superposition de plusieurs plans de feux	23
4	Recueil de données de trafic et relevé d’état	24
4.1	Vue d’ensemble	24
4.2	Capteurs de données de trafic	24
4.3	Données de trafic	24
4.4	Observation à distance du trafic au moyen de caméras vidéo	25
4.5	Détection d’incidents	25
	Glossaire	27
	Bibliographie	28
	Liste des modifications	29

1 Introduction

1.1 Objectif de la directive

La présente directive jette les bases d'une disposition et d'un équipement homogènes des installations de gestion du trafic destinées à l'harmonisation des vitesses (HV) et à l'avertissement de danger (AD) sur le réseau des routes nationales. Elle complète la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse » [6], qui décrit les exigences de base techniques et fonctionnelles de la gestion du trafic sur les routes nationales.

1.1.1 Utilité de l'HV et de l'AD

L'adaptation dynamique, en fonction du trafic, du niveau de vitesse (en particulier son abaissement au moyen de l'HV) harmonise le flux de trafic en cas de forte affluence et réduit les grandes différences de vitesse entre les véhicules. Les effets bénéfiques sont un gain en sécurité et un retardement de la formation de bouchons dans l'espace et dans le temps, ce qui permet d'éviter une baisse de capacité. L'AD annonce immédiatement les dangers auxquels s'attendre (p. ex. bouchon, accident, chantier, verglas, etc.). Il a pour but de prévenir les usagers des dangers du prochain tronçon et de les amener à cibler leur attention, ce qui permet de renforcer la sécurité routière et de minimiser les perturbations futures du trafic. Couplé à l'harmonisation des vitesses, il améliore en outre l'acceptabilité et le respect de la réduction de la vitesse dans la zone dangereuse.

1.1.2 Contenu de la directive

Le chapitre 2 de la directive décrit les principes qui justifient l'HV et l'AD. Son chapitre 3 explique les images de signal, leur emplacement, les plans de feux et la coordination avec d'autres installations de gestion du trafic. Le chapitre 4 traite du recueil de données de trafic et des grandeurs d'entrée pour la commande des installations de gestion du trafic ainsi que de l'observation du trafic et de la détection d'événements.

1.1.3 Bases légales

Le signal « Vitesse maximale » (2.30) indique la vitesse que les véhicules ne doivent pas dépasser. Conformément aux Instructions sur la manière de fixer des dérogations aux limitations générales de vitesse du 13.03.1990, la limitation générale de vitesse peut être abaissée si nécessaire lorsque cela permet d'améliorer la fluidité du trafic et d'accroître le débit de la route (art. 108, al. 2, OSR [2]). Les signaux de danger « Bouchon » (1.31), « Chaussée glissante » (1.05), « Autres dangers » (1.30), etc., mettent les conducteurs en garde contre la présence de files de véhicules à l'arrêt ou circulant lentement, le verglas ou la présence sur la chaussée d'autres dangers.

1.2 Champ d'application

La présente directive s'applique à tous les systèmes d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger (HV-AD) installés sur les routes à grand débit de la Confédération (routes nationales de 1^{re} et de 2^e classe). Elle sert à concevoir et à construire ces systèmes. Elle se concentre sur les aspects du trafic et de l'exploitation. Elle n'aborde pas les processus ni les algorithmes de régulation des HV-AD adaptés aux exigences du trafic qui sont traités dans la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11]. Les spécifications techniques pour l'installation et l'entretien sont définis dans des aide-mémoire spécifiques.

1.3 Destinataires

La présente directive s'adresse aux maîtres d'ouvrage et aux exploitants des routes nationales ainsi qu'à leurs fournisseurs et aux ingénieurs chargés de projets.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

La présente directive entre en vigueur le 05.01.2015. La « liste des modifications » se trouve à la page 29.

2 Principes

2.1 Définition

Les termes HV et AD désignent les systèmes concrets d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger. La présente directive emploie le terme de système HV-AD pour désigner l'installation ou le système technique correspondant. L'insertion de l'HV et de l'AD dans la systématique de la VM-CH est présentée dans la directive-cadre VM-CH, OFROU 15003 [6].

2.1.1 HV et AD sur l'élément de réseau tronçon

Les HV permettent de prescrire, sur des tronçons d'une certaine longueur, une vitesse maximale adaptée à l'état actuel de la circulation et/ou aux conditions environnementales. En vue d'optimiser les flux de trafic et pour des raisons de sécurité, il est possible de prescrire des limitations de vitesse qui s'étendent sur plusieurs tronçons. L'objectif est d'exploiter plus efficacement l'infrastructure autoroutière en réduisant les différences de vitesse entre les véhicules. Les conditions d'environnement qui justifient ces limitations peuvent être le dépassement des plafonds d'émission de polluants (ozone, particules fines, etc.), une chaussée mouillée ainsi que des conditions météorologiques extrêmes.

Les AD servent en revanche à avertir des dangers locaux. Ils annoncent les dangers imminents (p. ex. bouchon, accident, chantier, verglas, etc.) et contribuent ainsi à éviter les accidents (secondaires) dans les situations potentiellement dangereuses. Ils permettent en outre de mieux sécuriser les zones dangereuses.

Les principes d'application pour les HV et AD pour l'élément de réseau tronçon sont définis dans le chap. 2.4.

2.1.2 HV et AD dans les tunnels

Les HV dans les tunnels constituent avant tout une mesure de gestion locale du trafic. Elles servent à la réduction dynamique de la vitesse lors de situations de trafic particulières, p. ex. lors de déviations ou de travaux d'entretien, et en priorité à l'amélioration de la sécurité routière dans la zone du tunnel.

Sur les tronçons très chargés des tunnels, des AD sont nécessaires en même temps que les HV (voir chap. 2.4 Principes d'application).

2.1.3 Combinaison des HV et des AD

Couplé à l'harmonisation des vitesses, un avertissement de danger améliore en outre l'acceptabilité et le respect de la réduction de la vitesse dans la zone dangereuse. Les automobilistes connaissent ainsi la cause des mesures instaurées, qui n'est en général pas encore identifiable dans leur champ visuel direct.

2.2 Zone d'action

La zone d'action de l'HV peut s'étendre sur des tronçons plus ou moins longs d'un parcours. Elle dépend des conditions cadres en matière d'ingénierie du trafic.

La zone d'action de l'AD est en revanche ponctuelle : l'annonce est affichée immédiatement avant la zone dangereuse. Les avertissements de danger automatiques se fondent sur les dangers détectés sans ambiguïté par des systèmes de capteurs, tels que bouchon ou verglas. Pour tous les autres dangers détectés visuellement ou autrement, il est également possible d'afficher des avertissements manuels.

S'il y a des tunnels sur le tronçon en question ou s'il existe d'autres installations de gestion du trafic telles que des conversions de la bande d'arrêt d'urgence ou des interdictions de

dépasser pour les poids lourds, il faut coordonner les installations de gestion du trafic par une harmonisation transversale et longitudinale ou les intégrer dans un système commun. Il faut éviter les brèches entre deux installations de gestion du trafic. Pour l'utilisateur, il faut donner une image homogène de la gestion du trafic, idéalement par une logique de régulation centralisée et uniforme selon la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11].

2.3 Termes ayant trait aux HV-AD

Signalisation dynamique

Cette expression désigne les signaux qui permettent d'afficher différentes images en fonction des besoins (p. ex. différentes vitesses).

Signalisation statique

Cette expression désigne des signaux fixes, temporaires (p. ex. sur les chantiers) ou présents en permanence qui affichent toujours la même image. La signalisation statique peut contenir des prescriptions ou des messages de danger permanents ou limités dans le temps.

Plan de feux

Un plan de feux (PF) comprend l'ensemble des images de signal affichées sur un système dynamique de gestion du trafic. Il se compose d'une combinaison prédéfinie et/ou d'une succession, fondée sur des règles, de changements d'état sur un ou plusieurs boîtes à feux. La directive OFROU 15010 « Plans de feux » [7] donne une vue d'ensemble des plans de feux utilisés.

Diagramme fondamental

Un diagramme fondamental représente les états de circulation en fonction de la vitesse, du volume et de la densité du trafic ainsi que leurs transitions.

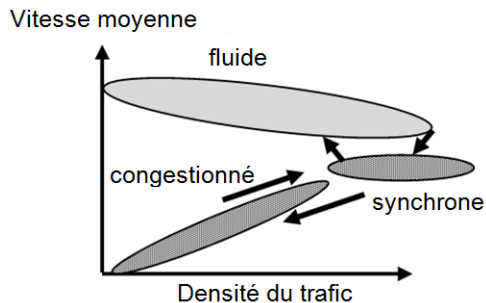


Fig. 2.1 Diagramme fondamental schématique.

Algorithme

Cet algorithme transforme plusieurs grandeurs d'entrée en une exigence relative aux commandes. Il applique à cet effet des seuils librement configurables et paramétrables. L'algorithme est exécuté sur le calculateur de régulation du trafic. Il est en général actif dans plusieurs instances parallèles, mais aussi extensible et interchangeable. Les algorithmes à utiliser sont décrits dans la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11].

2.4 Principes d'application

Les principes d'application des systèmes d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger sont définis dans la directive-cadre OFROU 15003 [6]. Selon celle-ci, des HV-AD sont nécessaires, en plus d'autres installations de gestion du trafic, pour tous les éléments de réseau tronçon de niveau d'équipement MOYEN ou HAUT. De façon analogue, des HV-AD sont nécessaires pour tous les tunnels à deux tubes de niveau d'équipement MOYEN ou HAUT.

À partir de cette directive, les sections exactes de l'élément de réseau tronçon à équiper pour la gestion du trafic, y compris avec des HV-AD, ont entre-temps été définies à l'aide de Concepts globaux de gestion du trafic. Par ailleurs, les équipements de gestion du trafic nécessaires en plus de l'élément de réseau tronçon ont été déterminés pour l'ensemble des tunnels.

Sur la base des résultats des Concepts globaux de gestion du trafic, les filiales de l'OFROU doivent élaborer les projets de détail des HV-AD au moyen de projets de signalisation. Avec l'expertise en ingénierie de la circulation prescrite par la loi en cas d'abaissement de la vitesse, ces projets constituent le fondement de la décision et de la prescription définitive des HV-AD, en vertu de l'art. 2, al. 3bis, LCR [1] ainsi que des art. 107, al. 1 et 6, 108, al. 2 et 4, et 110, al. 2, OSR [2].

2.5 Schéma de déroulement pour les HV-AD

Les HV-AD sont exploités de façon autonome ou en combinaison avec d'autres systèmes, tels que les conversions de la bande d'arrêt d'urgence ou les interdictions de dépasser pour les poids lourds. Ils doivent couvrir les fonctions suivantes :

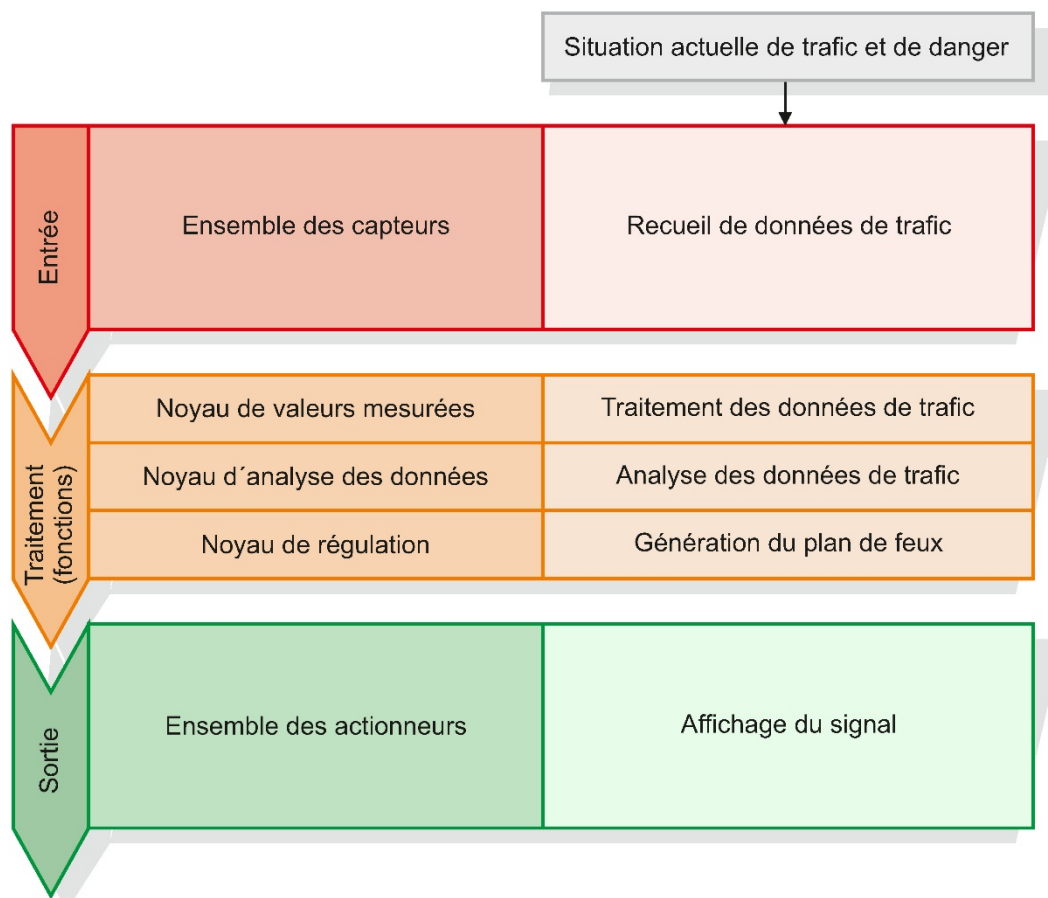


Fig. 2.2 Schéma de déroulement des HV-AD.

La figure ci-dessus montre le processus général de gestion des systèmes HV-AD. En principe les affichages HV et la signalisation d'un bouchon en cas d'AD doivent s'effectuer en fonction du trafic ou de l'environnement (pas de régulation par intervalle de temps fixe). Le relevé local de l'état du trafic nécessaire à cet effet doit s'effectuer en temps réel, conformément aux prescriptions de la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11].

Le processus est en général automatisé, de la détection du flux de trafic / des conditions de circulation à l'activation du plan de feux voulu en passant par le relevé de l'état de trafic déterminant et de son attribution au plan de feux correspondant. Lorsqu'ils sont combinés avec une conversion de la bande d'arrêt d'urgence ou une interdiction de dépasser pour les poids lourds, les plans de feux HV-AD doivent être intégrés dans le système global (voir chap. 2.2).

Les activations manuelles des plans de feux HV-AD sont en général nécessaires en raison des conditions environnementales, telles que les dépassements des plafonds d'émission de polluants (ozone, particules fines, etc.), une chaussée mouillée, des conditions météorologiques extrêmes ou pour des avertissements de danger particuliers en cas d'accident, de panne ou de chantier.

2.6 Identification de l'état du trafic et des dangers

2.6.1 Bases

Les vitesses peuvent être harmonisées sur la base de différents processus et algorithmes de régulation, tels que l'harmonisation des vitesses en fonction d'une charge de trafic élevée, d'états de circulation, d'une vitesse (pronostiquée) réduite, de fluctuations de la fluidité du trafic, etc. Les processus précis à appliquer sont définis dans la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11] conformément aux exigences techniques.

L'avertissement de danger peut s'effectuer automatiquement et/ou manuellement sur la base d'une détection automatisée des événements ainsi que de données et d'observations du trafic.

2.6.2 États du trafic

On distingue au moins 4 états du trafic (ET) pour la gestion du trafic sur le réseau suisse des routes nationales. Les ET sont définis par la vitesse (v), le volume du trafic (q) et la densité du trafic (k), les limites entre les différents ET étant librement configurables et paramétrables en fonction des réalités locales et de la composition habituelle du trafic. Les états du trafic ET2 et ET3 sont ceux pour lesquels des mesures proactives de gestion du trafic sont prises afin d'éviter ou de retarder la formation de bouchons.

État du trafic		Description	État
ET1	Circulation libre	Le trafic s'écoule librement à un niveau de vitesse élevé et sans irrégularités perceptibles.	stable
ET2	Circulation dense	Le trafic est dense et dépendant, présente encore un niveau de vitesse élevé (proche de V_{max}) mais devient de plus en plus instable.	stable
ET3	Circulation ralentie	Le flux de trafic est très dense et dépendant, progresse à une vitesse légèrement moins élevée et approche de la saturation. Le flux de trafic est instable, le niveau de vitesse et le débit diminuent rapidement à la moindre irrégularité. Le « capacity drop » est atteint.	instable
ET4	Bouchon / Trafic en accordéon	La densité du trafic est très élevée, le niveau de vitesse est bas et les véhicules sont parfois à l'arrêt. La fluidité du trafic diminue.	instable

Les méthodes de calcul utilisées dans ce cadre pour l'harmonisation des vitesses et les seuils initiaux figurent dans la directive 15019 « Logique de régulation du trafic » [11].

Pour une différenciation plus détaillée des états du trafic ET2 à ET4, il convient de se référer au diagramme fondamental dynamique se rapportant aux données locales ou au tronçon [16].

Pour les informations sur le trafic dans l'application métier, les états du trafic suivants sont ajoutés :

- **État du trafic « entrave en cas de faible trafic » – ET5**

Le cinquième ET désigne la situation « entrave en cas de faible trafic ». Il intervient par exemple de nuit (q et k très faibles) lorsqu'un accident se produit ou que l'état de la route est mauvais (p. ex. chaussée mouillée ou chutes de neige). En raison des faibles volumes de trafic, les données sont lacunaires ou ne sont mises à jour que sporadiquement. La dispersion des données est donc importante.

- **Données manquantes ou non plausibles – ET6**

On parle d'état ET6 lorsque le flux de trafic est inconnu (p. ex. en raison de données manquantes ou erronées).

2.6.3 Identification des dangers

L'avertissement de danger peut s'effectuer sur la base de différents processus d'analyse. Voici une liste non exhaustive de ces processus :

- taux d'occupation des différentes voies ou vitesse locale (à partir d'une représentation de la situation de trafic) ;
- vitesse pronostiquée (forte chute de vitesse escomptée) ;
- états du trafic (p. ex. bouchon) ;
- détection d'événements sur un tronçon (p. ex. détection d'un véhicule en panne) ;
- messages TMC et DATEX II (à partir d'une information routière ou transmis par la police).

Les processus exacts à appliquer sont définis dans la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11].

3 Signalisation

3.1 Images de signal

Le chapitre suivant introduira les signaux les plus importants à l'aide d'exemples de signalisation (voir figures suivantes).

3.2 Règles d'affichage et emplacements

Principes à respecter :

- La vitesse maximale indiquée doit être abaissée par paliers de 20 km/h en cas d'harmonisation des flux de trafic. A l'inverse, l'augmentation correspondante de la vitesse peut s'effectuer en un seul palier.
- Sur une section de signalisation relative à un sens de circulation, il faut en règle générale indiquer les mêmes limitations de vitesse pour toutes les voies, à l'exception des zones de jonction et d'échangeur, où les différences de vitesse par rapport aux voies principales ne doivent pas excéder 20 km/h.
- Pour fixer la vitesse maximale à proximité des tunnels, il faut tenir compte des entrées éventuelles avant le portail et de la zone d'adaptation. À l'intérieur du tunnel, la vitesse peut de nouveau être augmentée si la section normale et le tracé (visibilité) le permettent.
- En règle générale, il faut prévoir sur chaque section de signalisation HV-AD des signaux pouvant afficher la suppression de la vitesse maximale signalée au préalable.
- Le contenu du signal variable devrait être reconnu sans ambiguïté à une distance d'au moins 150 m, afin qu'il puisse être lu en temps voulu.
- Les distances entre les sections de signalisation HV-AD devraient être d'env. 1000 m. Pour des raisons d'acceptation et de temps de réaction, il faut impérativement éviter les distances supérieures à 1500 m ou inférieures à 400 m. Il faut également tenir compte des conditions locales (visibilité, entrées ou sorties de jonctions, d'échangeurs et d'aires de repos ou de ravitaillement, place disponible, etc.).
- Avec les signaux statiques, il faut viser si possible une distance de 200 m au minimum. Les signaux de l'HV-AD doivent être coordonnés avec les signaux statiques existants. Aucune contradiction ne doit apparaître en matière de contenu et de visibilité (voir à ce sujet le chap. 3.5).
- La première section de signalisation d'une installation HV-AD devrait commencer au moins 2 sections avant le début proprement dit du tronçon à couvrir. Cela permet dans n'importe quel cas des réductions de la vitesse (décélération progressive) et un signalement de danger avant une zone à problèmes potentielle située tout au début du tronçon (voir Fig. 3.4).
- Les sections de signalisation doivent être répétées après la fin d'une voie d'accélération de jonction, d'échangeur, d'aire de repos ou d'aire de ravitaillement. S'il n'y a pas d'emplacement possible dans cette zone (p. ex. pour des raisons topographiques), il faut signaler la vitesse maximale autorisée aux véhicules qui entrent déjà sur la rampe d'accès.
- Il faut par ailleurs respecter les prescriptions de l'ordonnance suisse sur la signalisation OSR [2].

3.3 Disposition dans la section

Les principes de disposition des signaux se fondent sur l'OSR [2]. Les articles déterminants sont : « Les signaux valent pour toute la chaussée, s'il ne ressort pas clairement qu'ils sont destinés uniquement à certaines voies ou à des aires de circulation spéciales, du fait qu'ils sont placés au-dessus de la chaussée ou en raison de certaines dispositions (p. ex. art. 59 OSR [2]) (art. 101. al. 4 OSR [2]). »

« Deux signaux peuvent être installés sur le même support ; exceptionnellement et dans des cas impérieux, ce nombre peut être porté à trois ; ce principe ne s'applique pas aux indicateurs de direction. En règle générale, il y a lieu de placer de haut en bas : les signaux de danger, les signaux de prescription ou de priorité, les signaux d'indication (art. 101, al. 6, OSR [2]). »

Le nombre, le type et la disposition des signaux variables destinés à influencer sur le comportement des usagers de la route au moyen de systèmes d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger doivent être conformes à la fig. 3.1 (chaussée à 2 voies) ou à la fig. 3.2 (chaussée à 3 voies). La bande d'arrêt d'urgence ne doit pas être prise en considération dans le nombre de voies de circulation mentionné. Pour les chaussées à 4 voies de circulation ou plus, la disposition des signaux variables est analogue à celle des deux cas de figure représentés et doit tenir compte des conditions de circulation spécifiques au projet (par ex. flux de trafic différents aux échangeurs).

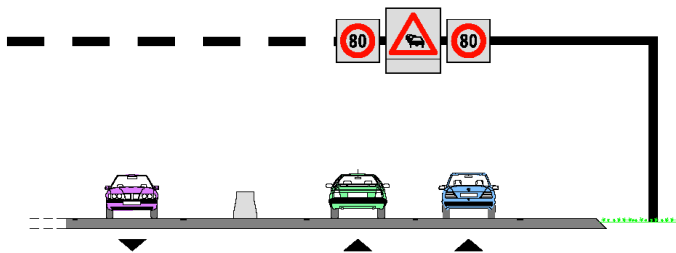


Fig. 3.1 Disposition des HV-AD au-dessus d'une chaussée à 2 voies.

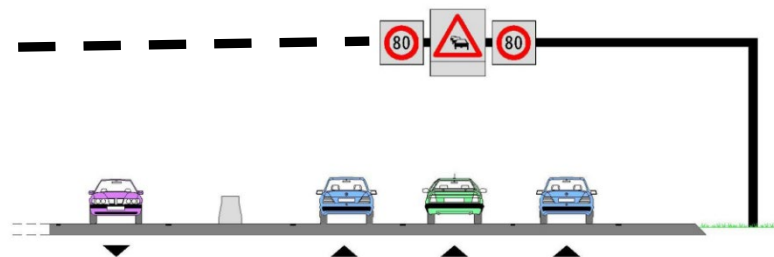


Fig. 3.2 Disposition des HV-AD au-dessus d'une chaussée à 3 voies.

Aucune disposition latérale n'est autorisée sur une section ordinaire afin d'éviter des installations inutiles et coûteuses sur la berme centrale. La disposition latérale ne peut entrer en ligne de compte que dans des cas très exceptionnels, p. ex. dans les tunnels lorsque le gabarit d'espace libre vertical est insuffisant, lorsque les deux chaussées sont décalées en hauteur (sur une pente) ou que les chaussées sont très éloignées l'une de l'autre et donc que la zone centrale est trop large.

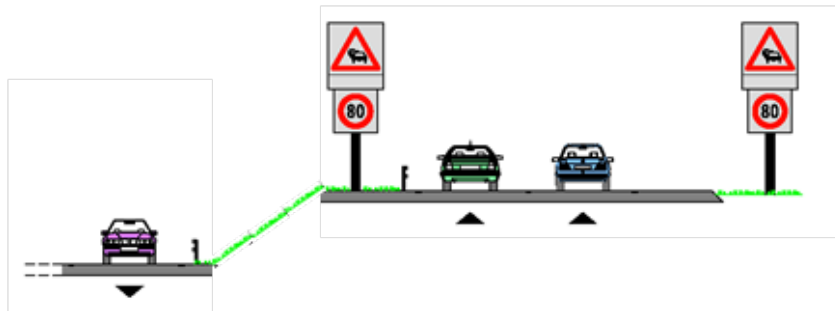


Fig. 3.3 Disposition latérale des HV-AD dans les cas exceptionnels, p. ex. lorsque les chaussées sont décalées verticalement.

Autres points à respecter :

- Pour une meilleure vue d'ensemble, il faudrait si possible ne pas placer indicateurs de direction et signaux sur la même section.
- Dans tous les cas, il y a lieu de respecter tant le gabarit d'espace libre que la distance de sécurité conformes à la norme SN 640 845a « Signaux ; disposition sur les autoroutes et semi-autoroutes », section D [13].
- La taille minimale des signaux et des images de signal doit se conformer aux indications des normes VSS pertinentes.
- Les signaux placés sur les portiques de signalisation au-dessus des chaussées doivent être montés de telle sorte qu'il soit facile de les déplacer horizontalement lors de modifications des voies (p. ex. en cas de chantiers de longue durée).

3.4 Plans de feux

Les plans de feux des HV-AD ainsi que leurs critères de signalisation et d'utilisation sont définis dans la directive OFROU 15010 « Plan de feux – régulation du trafic ». Le texte qui suit énumère et décrit brièvement les directives générales importantes pour le premier approvisionnement des systèmes HV-AD et les principaux plans de feux.

Pour des raisons de sécurité, il doit être possible de verrouiller l'affichage d'images de signal incohérentes. En cas de perturbations de la communication entre les signaux variables et le système HV-AD, il faut garantir que les signaux variables soient remis dans un état défini d'avance (fonctionnement normal). Le personnel formé de l'OFROU doit pouvoir configurer et paramétrer librement ce fonctionnement normal. Il doit également être possible de garantir le fonctionnement normal en cas de panne de courant, p. ex. en insérant une sécurité en cas de défaillance (« fail safe »). En principe, il faut garantir qu'en cas de perturbations ou de défaillance (partielle) des signaux variables, les avis de dérangement correspondants soient répercutés au système HV-AD et retransmis jusqu'à l'interface de l'opérateur ou des unités territoriales.

L'exécution des signaux variables doit permettre à tout moment, si nécessaire, d'afficher ou d'enregistrer de nouveaux signaux. Le dimensionnement des affichages doit permettre de représenter d'une part des signaux de prescription (différentes limitations de vitesse et fins de limitation, interdictions de dépasser, etc.) et d'autre part des symboles de danger (autres dangers, chantier, chaussée glissante, etc.) à la taille requise. La taille de l'affichage est conforme aux normes VSS existantes. Il faut encore prévoir de la place pour des textes librement programmables, en dessous des signaux routiers. Le dimensionnement des caractères doit permettre l'affichage lisible de textes assez longs (jusqu'à 15 caractères) sur la largeur du signal variable. La représentation doit toujours être centrée.

3.4.1 Plans de feux pour l'harmonisation des vitesses (HV)

Les PF suivants (relatifs aux tronçons), qui remplissent une fonction de gestion du trafic, sont importants pour l'HV (cf. Fig. 3.4) :

- V100 ;
- V80 ;
- V80 en continu ;
- V60 (en cas de vitesse maximale réduite à 80 km/h ou aux abords de zones dangereuses) ;
- fin de la vitesse maximale (V100, V80, V60, « Libre circulation ») ;
- éteint (sans affichage).

En général, les plans de feux s'étendent sur des tronçons à géométrie et caractéristiques de trafic constantes (c'est-à-dire sur plusieurs kilomètres). C'est seulement dans des cas exceptionnels qu'ils se limitent à des tronçons plus courts, p. ex. aux abords de goulets d'étranglement ou de tunnels.

Sur les différents tronçons à vitesse maximale réduite, c'est-à-dire limités à 100 km/h ou à 80 km/h, les plans de feux V100 ou V80 sont signalés en fonctionnement normal.

Dans l'état d'exploitation V80 en continu, la vitesse est affichée, en cas d'adaptation générale de la vitesse, sur plusieurs tronçons sans tenir compte d'une réduction progressive de la vitesse ni de la fin de cette réduction (voir Fig. 3.4).

Le plan de feux V60 est possible aux abords de zones dangereuses et sur les tronçons soumis à une vitesse maximale de 80 km/h (p. ex. zones urbaines, topographie, tunnels, semi-autoroutes, etc.). D'autres applications du PF V60, p. ex. en cas de déviation du trafic ou de guidage du trafic venant en sens inverse, doivent être justifiées de cas en cas.

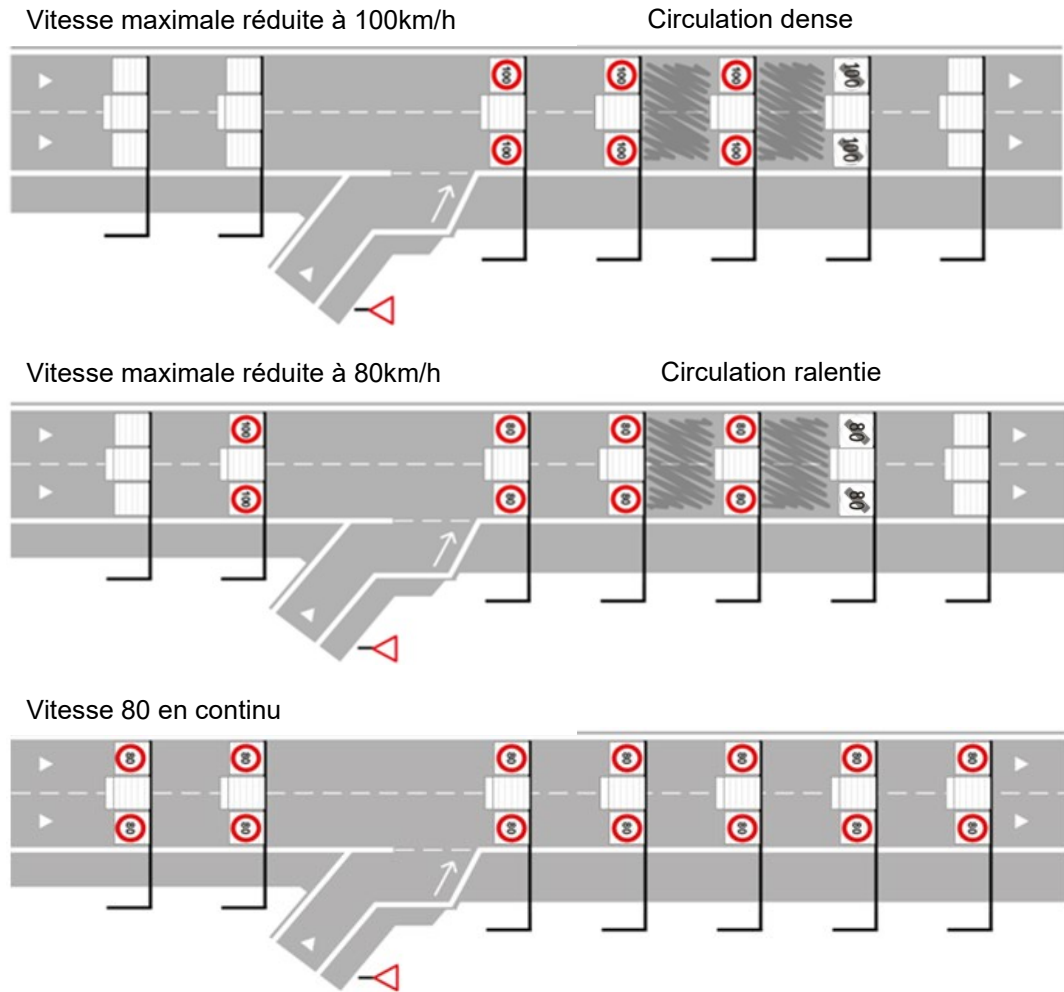


Fig. 3.4 HV – principaux plans de feux (exemples).

3.4.2 Plans de feux pour l'avertissement de danger (AD)

Les plans de feux suivants du groupe « signalisation de dangers » sont importants pour les systèmes d'AD :

- accident (signal 1.30 avec plaque complémentaire « Accident ») ;
- bouchon ;
- chaussée glissante ;
- autre danger (automobiliste à contresens, verglas, neige, objets, brouillard, vent) ;
- chantier ;
- éteint (sans affichage).

Les plans de feux pour la signalisation de dangers (AD) incluent parfois avant la zone à problèmes des réductions de à vitesse à 80 km/h ou à 60 km/h (limitations progressives). La première section d'une installation HV-AD doit commencer au moins 2 sections avant le début proprement dit du tronçon à couvrir. En situation de danger, il doit en outre être possible de limiter manuellement la vitesse à 60 km/h.

Plaques complémentaires

Exemples de plaques complémentaires :

- plaque de distance ou longueur du tronçon ;
- textes indiquant la nature du danger (p. ex. « ACCIDENT »), en vertu de l'art. 15, al. 1, OSR [2] ;

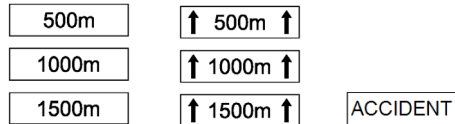


Fig. 3.5 Exemples de plaques complémentaires.

Le PF « accident » est indiqué par le signal « Autres dangers » (1.30) et la plaque complémentaire « Accident ».

Le PF « bouchon » est signalé par l'avertissement de danger « Bouchon » (signal 1.31), le PF « chaussée glissante » par le signal « Chaussée glissante » (1.05) et le PF « autre danger » par le signal « Autres dangers » (1.30) et un texte complémentaire pour préciser la nature du danger. Les plaques complémentaires doivent être librement programmables afin de permettre l'affichage des différentes annonces de danger.

Le PF « chantier » est indiqué par le signal « Travaux » (signal 1.14) et le texte complémentaire spécifiant la longueur de chantier qui reste encore à parcourir (longueur du tronçon) ou la distance par rapport au début du chantier (plaque de distance). Ces affichages ne font que compléter la signalisation du chantier et ne sauraient la remplacer.

À côté des PF énumérés ci-dessus qui ont des effets sur un tronçon donné (inclusion de plusieurs sections de signalisation), on rencontre aussi de temps en temps des PF qui ne se réfèrent qu'à des dangers ponctuels et ne concernent qu'une seule section de signalisation (p. ex. avertissement en cas de rafales de vent ou de verglas sur un pont).

En cas d'HV-AD, la signalisation de danger est en général affichée avec une vitesse maximale réduite. C'est ainsi p. ex. que le PF « bouchon » est complété par le PF V80 ou V60, ou encore, dans les cas exceptionnels et justifiés, p. ex. en cas de bouchon au début de la signalisation, par le PF V100 (voir Fig. 3.6).

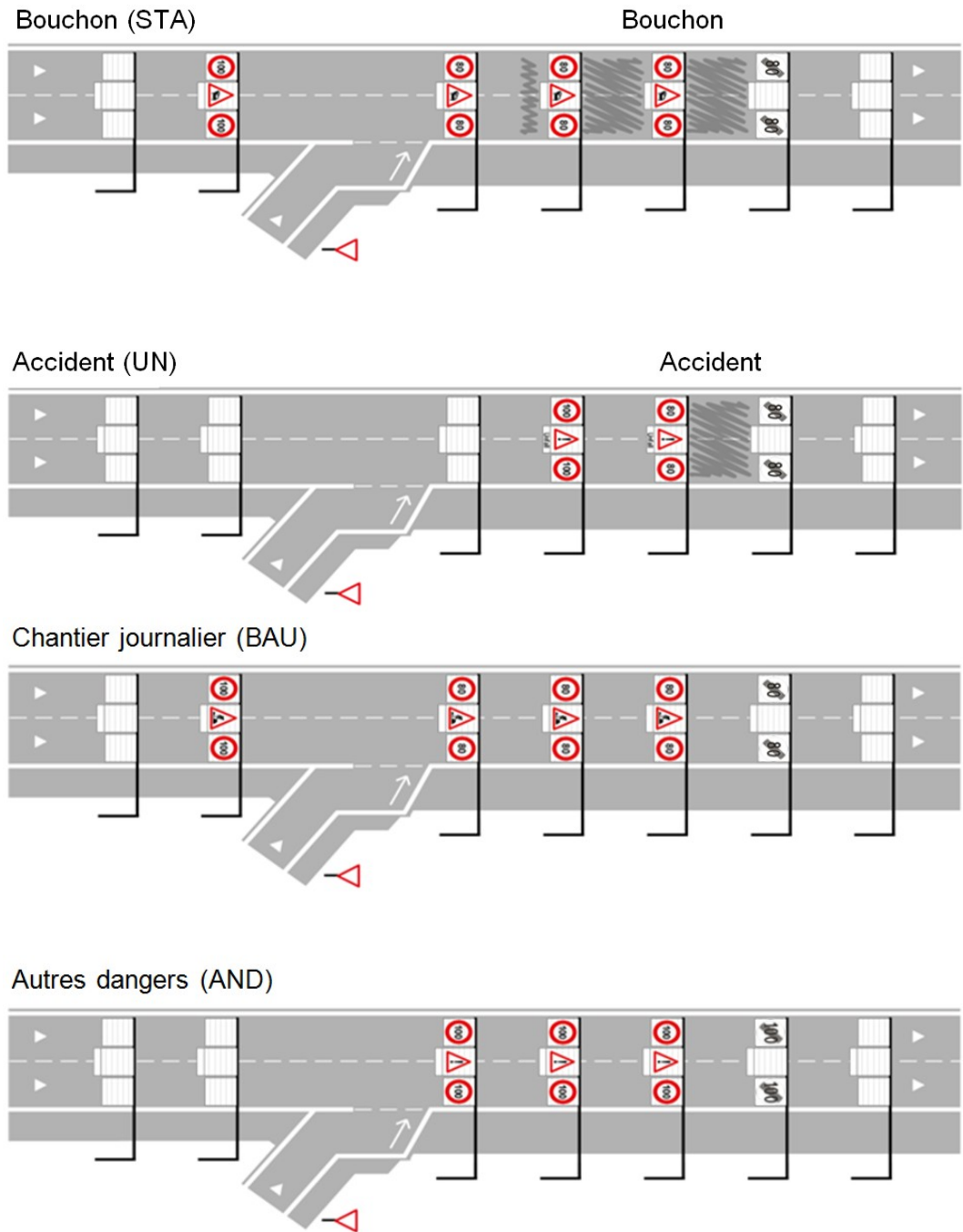


Fig. 3.6 AD – principaux plans de feux (exemples).

3.5 Coordination avec la signalisation statique

3.5.1 Signalisation statique permanente

Distance avec la signalisation statique permanente

Il faut si possible viser une distance minimale de 200 m avec la signalisation statique. Cette distance a pour but d'empêcher la non-perception et la non-compréhension des signaux en raison de la surcharge d'informations. La signalisation dynamique ne doit pas contredire la signalisation statique permanente, ni vice versa.

Coordination de la signalisation statique et de la signalisation dynamique

Il est possible d'utiliser des signaux dynamiques à la place de signaux statiques et vice versa. La logique de régulation doit tenir compte de ces faits. Il faut renoncer aux signaux statiques lorsque les images de signal sont habituellement utilisées dans le cadre des sections de signalisation HV-AD. Il faut transférer la signalisation correspondante aux systèmes HV-AD. Les exceptions ne sont admises que dans des cas particuliers justifiés.

Tronçons où il est interdit aux poids lourds de dépasser

Sur les tronçons avec interdiction permanente aux poids lourds de dépasser, les plans de feux ne peuvent être levés par le signal « Libre circulation » (2.58), puisque celui-ci annule en même temps l'interdiction aux poids lourds de dépasser et tous les autres signaux de restriction. Dans ces cas, il faut indiquer la réduction de la vitesse dans le système de gestion du trafic par le signal « Fin de la vitesse maximale » (2.53).

Tronçons comportant des signaux de danger

Les signaux de danger permanents tels que « Descente dangereuse » ou « Chute de pierres », etc., n'ont aucune influence sur l'affichage dynamique des avertissements de danger, et vice versa.

3.5.2 Signalisation des chantiers

Un chantier doit toujours être signalé conformément à la norme SN 640 885d « Signalisation des chantiers sur les autoroutes et les semi-autoroutes » [14], indépendamment de la présence d'une signalisation dynamique, telle que HV-AD, PMV ou FTV. Si le système HV-AD est désactivé durant un chantier, il faut examiner si une HV-AD mobile est nécessaire avant ou dans la zone du chantier. Pour les dangers permanents, il faut prévoir des signaux statiques.

Lorsque le système HV-AD est maintenu aux abords des chantiers, il y a lieu d'exclure les indications contradictoires entre HV-AD et signalisation statique. Cela signifie le cas échéant que la dynamisation doit être désactivée pour la zone du chantier durant la phase de travaux et que la vitesse du système HV-AD doit être indiquée dans la zone en question par une image de signal permanente adaptée au chantier.

Lors de travaux ou de chantiers mobiles de courte durée, tout ou partie de la signalisation statique nécessaire peut être remplacée par une signalisation à l'aide d'un système HV-AD, s'il est garanti que l'affichage de celui-ci reproduit intégralement le contenu du signal routier nécessaire.

3.6 Coordination avec la signalisation dynamique

3.6.1 Conversion de la bande d'arrêt d'urgence (CBAU)

Sur les tronçons avec bandes d'arrêt d'urgence converties, la HV-AD est un élément fixe du système selon les directives OFROU 15002 « Conversion de la bande d'arrêt d'urgence en voie de circulation » [5] et 15003 (directive-cadre VM-CH [6]). Il faut observer les points suivants :

- Sur chaque section de signalisation, seule soit l'HV, soit l'AD peut être indiquée en plus des FTV pour la CBAU (ainsi que d'éventuels signaux variables pour l'affectation des voies) (voir Fig. 3.6).
- Normalement, les sections qui combinent les signaux FTV et HV alternent avec les combinaisons FTV et AD.
- Sur les tronçons qui présentent une succession dense de sorties et/ou de tunnels ainsi que plusieurs tronçons CBAU à régulation individuelle, la coordination des CBAU et des HV-AD doit être définie au cas par cas, en fonction de la situation.

3.6.2 Interdiction aux poids lourds de dépasser

Il est également possible de combiner HV-AD et interdiction dynamique aux poids lourds de dépasser. L'interdiction aux poids lourds de dépasser et sa levée peuvent par exemple être intégrées dans l'affichage des avertissements de danger et affichées en alternance (voir directive OFROU Interdiction aux poids lourds de dépasser [10]).

3.6.3 Panneaux à messages variables (PMV)

Les PMV sont en règle générale placés dans une section de signalisation séparée, à l'écart des panneaux HV-AD (distance minimale : 200 m) et servent à informer des dangers actuels ou prochains (voir directive OFROU 15011 « Panneaux à messages variables (PMV) » [8]). Sauf en ce qui concerne les messages de danger, les panneaux à messages variables n'ont pas de lien direct avec les messages des systèmes HV-AD ni d'influence sur eux. Un message automatique peut être activé sur le PMV en cas de détection d'un bouchon. Dans ce cas, le PMV ne devrait afficher que des indications qui complètent l'HV-AD en ce qui concerne la cause, l'impact ou les recommandations telles que les itinéraires bis.

3.6.4 Signalisation variable de direction (SVD)

Les sections de signalisation HV-AD doivent présenter en règle générale une distance minimale de 200 m par rapport aux SVD (voir directive OFROU 15012 « Signalisation variable des itinéraires (SVI) » [9]).

3.6.5 Systèmes de feux de fermeture temporaire des voies (FTV)

En cas de combinaison de FTV et d'HV-AD, les sections de signalisation doivent en principe être disposées alternativement avec la configuration FTV-HV et FTV-AD.

3.6.6 Gestions de jonction

Les réductions dynamiques de la vitesse sur les voies principales de l'autoroute au moyen d'HV-AD peuvent faciliter la gestion des jonctions en réduisant les différences de vitesse avec les véhicules entrants lorsque la charge de trafic est élevée. En outre, les avertissements de bouchon permettent de mettre en garde contre les bouchons dans la zone de jonction. La combinaison de la réduction de la vitesse et des informations sur la cause (p. ex. avertissement de bouchon ou d'accident) améliore l'acceptabilité des limitations de vitesse locales et renforce ainsi leur effet sur l'amélioration de la sécurité dans la zone des jonctions surchargées.

3.7 Coordination entre installations

Deux systèmes HV-AD voisins doivent être intégrés selon la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11] dans un modèle de gestion commun, afin de pouvoir garantir une gestion uniforme des installations au-delà des limites des systèmes.

L'activation des équipements des tunnels ayant une influence sur la sécurité doit être coordonnée avec les HV-AD ; il faut prévoir les interfaces appropriées.

Une harmonisation (ajustement longitudinal) s'effectue entre les signalisations des sections consécutives de systèmes HV-AD voisins.

3.8 Superposition de plusieurs plans de feux

La superposition de plusieurs plans de feux se produit lorsque les zones d'action de deux PF se recouvrent (p. ex. vitesse 80 en continu et accident, ou vitesse 100 et chantier). Il en résulte que les divers PF dynamiques requièrent l'affichage d'images de signal différentes pour chaque section de signalisation (souhaits d'activation) ou que des successions indésirables de signaux (p. ex. V80, V100, V60) s'affichent. La gestion des signaux variables et du noyau de régulation conformément à la directive n° 15019 « Logique de régulation du trafic » intègre une matrice de hiérarchisation des différentes images de signal. L'ordre de priorité de ces dernières est établi par signal variable. Ceci permet d'éviter toute signalisation contradictoire.

En présence de plusieurs souhaits d'activation simultanés, les signaux à afficher sont déterminés selon l'ordre de priorité suivant :

Pour les signaux de vitesse, c'est la vitesse la plus restrictive qui est prioritaire :

- V60 ;
- V80 ;
- V100 ;
- fin de la vitesse maximale (V100, V80, V60 ou « Libre circulation ») ;
- éteint (sans affichage).

Pour les signaux de danger assortis d'une plaque complémentaire, la priorité va du danger le plus élevé au plus faible :

- accident (signal 1.3 et plaque complémentaire « Accident ») ;
- bouchon ;
- plaques de neige ;
- chaussée glissante ;
- autres dangers (objets, brouillard, vent) ;
- chantier ;
- éteint (sans affichage).

Une image de signal de priorité supérieure prend donc le pas sur celle de priorité inférieure.

Pour garantir une signalisation non contradictoire et admise par le droit de la circulation, il faut en outre réaliser un ajustement transversal et longitudinal de toutes les images de signal affichées avant l'autorisation d'activation. La directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11], fournit des explications supplémentaires.

4 Recueil de données de trafic et relevé d'état

4.1 Vue d'ensemble

Le recueil de données de trafic et le relevé d'état comprennent :

- le recueil de données de trafic locales et le long d'un tronçon ;
- l'observation à distance du trafic au moyen de caméras vidéo ;
- la détection d'incidents.

Les exigences posées au recueil des données de trafic et décrites ci-après sont limitées aux besoins du système HV-AD. Les besoins complémentaires destinés à la statistique du trafic et aux informations routières de l'OFROU ainsi que les besoins spécifiques de la police ne sont pas pris en compte.

Les exigences générales posées aux données de trafic et à leur recueil pour leur utilisation dans les systèmes de gestion du trafic sont expliquées dans la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [11]. Les exigences de base et les standards du recueil de données de trafic sont en outre décrits par la directive OFROU 13012 « Postes de comptage du trafic » [3].

4.2 Capteurs de données de trafic

Les capteurs de données de trafic servent à enregistrer chaque véhicule qui traverse la section de mesure locale. Ils doivent permettre l'enregistrement du nombre de véhicules, la classification par type de véhicule ainsi que le calcul des vitesses des véhicules sur chaque voie et dans chaque sens de circulation. L'enregistrement doit être référencé sur une base de temps uniforme et coordonnée (p. ex. GMT).

En règle générale, il faut aussi prévoir une section de comptage par section de signalisation pour le recueil des données de trafic. Le recueil de données de trafic s'applique aussi aux entrées et aux sorties de jonctions d'autoroute et, si nécessaire, également aux nœuds secondaires associés et aux bretelles d'échangeur. Des dispositifs de recueil supplémentaires peuvent en outre être disposés aux endroits critiques pour tenir compte de circonstances particulières.

Pour compléter les capteurs de données de trafic locaux, il est également possible de relever des données relatives aux tronçons, ce qui permet de tenir compte des vitesses de parcours ou d'autres sources de données pour analyser l'état du trafic. Leur utilisation dépend beaucoup des technologies à disposition et doit donc être adaptée à la disponibilité de nouveaux systèmes.

4.3 Données de trafic

L'enregistrement de l'état local du trafic nécessite des données de trafic locales. Il faut déterminer à cet effet les données de trafic à chaque station de mesure, à intervalles de mesure donnés (au choix) et séparément pour les différentes voies. Il doit être possible de régler et de paramétrer de manière flexible les caractéristiques à transmettre en fin de compte. Voir à ce sujet la directive OFROU 13012 « Postes de comptage du trafic » [3].

La détermination locale de l'état du trafic sert principalement de base à la gestion des axes et des nœuds du trafic local. Le but est de gérer et de réguler le trafic dans une zone prédéfinie ou sur un tronçon donné. Des mesures locales de la densité du trafic permettent de gérer des signaux variables dynamiques d'HV.

4.4 Observation à distance du trafic au moyen de caméras vidéo

L'observation du trafic permet, depuis les centrales de gestion du trafic, de détecter et de vérifier visuellement les zones dangereuses ainsi que les états de trafic sur le réseau déterminés de façon automatique. Les prises de vues des installations de surveillance vidéo sont transférées sur des moniteurs d'images installés dans les centres de gestion du trafic. Voir à ce sujet la directive OFROU 13005 « Installations vidéo » [4].

4.5 Détection d'incidents

Les dangers et leurs conséquences sont détectés manuellement ou par le biais d'un système automatique. La détection automatique des dangers n'est possible qu'indirectement par le biais des valeurs de trafic, c'est-à-dire de leurs conséquences.

C'est ainsi par exemple qu'un bouchon peut être détecté automatiquement sur la base de caractéristiques locales du trafic. La détection d'un incident sur un tronçon est également possible par analyse différentielle des charges de trafic au début et à la fin du tronçon. Un nombre de véhicules nettement plus grand à l'entrée d'un tronçon qu'à sa sortie au cours d'un intervalle de temps dénote une perturbation du trafic.

L'utilisation de capteurs supplémentaires, notamment de capteurs qui enregistrent les conditions environnementales, permet de détecter automatiquement d'autres dangers, tels que le verglas ou le brouillard, et d'en avertir les automobilistes.

Les avertissements de danger et les prescriptions de vitesse sont activés par les déclencheurs suivants, indépendamment des états de trafic :

- L'opérateur crée une annonce de danger manuelle dans le système ;
- Un système de niveau plus général annonce directement un danger au système HV-AD ;
- Le système HV-AD reçoit une annonce après une détection locale automatique.

Glossaire

Terme	Signification
EES	équipements d'exploitation et de sécurité
CBAU	conversion de la bande d'arrêt d'urgence
CEN	Comité européen de normalisation (CEN)
ET	état du trafic
FTV	système de feux de fermeture temporaire des voies
HV-AD	harmonisation des vitesses et avertissement de danger
k	densité du trafic en UVP/km
OSR	ordonnance sur la signalisation routière
PF	Plan de feux (PF) Désigne l'état de la signalisation, respectivement le contenu d'un ensemble d'indicateurs.
PMV	panneau à messages variables
q	volume du trafic en UVP/h
SN	norme suisse
SVD	signalisation variable de direction
UVP	unité voiture particulière
v_L	vitesse locale en km/h
VM-CH	gestion du trafic en Suisse
VMZ-CH	centrale nationale suisse de gestion du trafic
v_r	vitesse de parcours
VSS	Association suisse des professionnels de la route et des transports

Bibliographie

Loi fédérale

- [1] Confédération suisse (1958), « **Loi fédérale du 19 décembre 1958 sur la circulation routière (LCR)** », SR 741.01, www.admin.ch.

Ordonnance

- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1979), « **Ordonnance du 5 septembre 1979 sur la signalisation routière (OSR)** », SR 741.21, www.admin.ch.

Directives de l'OFROU

- [3] Office fédéral des routes OFROU (2009), « **Postes de comptage du trafic** », directive OFROU 13012, V1.04, www.astra.admin.ch.
- [4] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Installations vidéo** », directive OFROU 13005, V1.00, www.astra.admin.ch.
- [5] Office fédéral des routes OFROU (2013), « **Conversion de la bande d'arrêt d'urgence en voie de circulation** », directive OFROU 15002, V2.32, www.astra.admin.ch.
- [6] Office fédéral des routes OFROU (2016), « **Gestion du trafic sur les routes nationales (directive-cadre VM-NS)** », directive OFROU 15003, V2.01, www.astra.admin.ch.
- [7] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Plans de feux – Régulation du trafic**, principes régissant la configuration des plans de signalisation », directive OFROU 15010, V1.01, www.astra.admin.ch.
- [8] Office fédéral des routes OFROU (2010), « **Panneaux à messages variables (PMV)**, principes régissant la configuration et le contenu des messages », directive OFROU 15011, V2.01, www.astra.admin.ch.
- [9] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Signalisation variable des itinéraires (SVI)**, principes régissant la conception et la disposition des signaux », directive OFROU 15012, V1.01, www.astra.admin.ch.
- [10] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Interdiction aux poids lourds de dépasser**, principes régissant l'évaluation et la signalisation des interdictions aux poids lourds de dépasser », directive OFROU 15013, V2.01, www.astra.admin.ch.
- [11] Office fédéral des routes OFROU (2018), « **Logique de régulation du trafic** », exigences fonctionnelles minimales pour la conception et l'exploitation des systèmes de gestion du trafic en vue de fluidifier le trafic, directive OFROU 15019, V1.02, www.astra.admin.ch.

Normes

- [12] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2006), « **Capacité, niveau de service, charges compatibles** ; autoroutes en section courante », SN 640 018a.
- [13] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2009), « **Signaux ; disposition sur les autoroutes et semi-autoroutes** », SN 640 845a.
- [14] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2000), « **Signalisation des chantiers sur autoroutes et semi-autoroutes** », SN 640 885d (en cours de révision).
- [15] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2005), « **Télématique routière** ; normalisation de l'information trafic », SN 671 921.

Documentation

- [16] Ministère fédéral allemand des transports, de la construction et des affaires urbaines (2018), « **Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (mars 2018)** », standard, BASt, www.bast.de.

Liste des modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2015	1.02	07.02.2022	Modification du ch. 2.6.2 États du trafic et adaptation rédactionnelle dans le cadre de la traduction en italien (ch. 2.4, 33 et 3.8)
2015	1.01	01.12.2019	Modifications dans le cadre de la publication de la directive ASTRA 15019
2015	1.00	05.01.2015	Entrée en vigueur de l'édition 2015 (version originale en allemand).

