



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes OFROU

DIRECTIVE
RÉAFFECTATION DE LA
BANDE D'ARRÊT
D'URGENCE

Édition 2023 V2.33
ASTRA 15002

Impressum

Auteurs / groupe de travail

Siegrist Roger	OFROU, président
Dousse Francis	OFROU
Etter Heinz	OFROU
Huonder Stefan	OFROU
Joseph Cédric	OFROU
Mariéthod Bernard	OFROU
Schirato Peter	OFROU
Suter Heinz	OFROU
Maillard Patrick	RGR Robert-Grandpierre et Rapp SA
Koy Thorsten	Rapp Trans AG
Kanizaj Oliver	B+S AG

Traduction

RGR Robert-Grandpierre et Rapp SA, la version originale en allemand fait foi.

Éditeur

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

Diffusion

Le présent document peut être téléchargé gratuitement sur le site www.ofrou.admin.ch.

© OFROU 2023

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

Avant-propos

La croissance du trafic sur le réseau des routes nationales entraîne des perturbations locales et des pertes de temps, qui causent à leur tour des problèmes de sécurité routière. La capacité du réseau routier s'en trouve de plus en plus réduite. Or, il n'est que très rarement possible d'éliminer ces insuffisances par des mesures de construction réalisées à court ou à moyen terme.

L'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence (BAU) comme voie de circulation offre une possibilité d'homogénéiser le trafic aux points névralgiques et, ainsi, de rendre le tronçon autoroutier en question plus sûr en tirant profit de l'infrastructure existante. Toutefois, vu l'importance que les BAU revêtent pour la sécurité routière, il convient de les ouvrir à la circulation de façon restrictive.

Les réaffectations de la bande d'arrêt d'urgence (R-BAU) réalisées jusqu'à présent ont permis d'améliorer considérablement la sécurité routière et la fiabilité du réseau. L'analyse des données sur les accidents a montré que sur tous les tronçons avec réaffectation permanente de la BAU ainsi que sur le premier tronçon avec réaffectation temporaire de la BAU (Morges-Ecublens), le nombre d'accidents a baissé d'environ 25 % ou plus par an par rapport à la situation antérieure et qu'il arrête d'augmenter. En outre, les surcharges de trafic locales et, partant, la durée des embouteillages ont pu être considérablement réduites. Les expériences en la matière faites jusqu'ici à l'étranger sont elles aussi positives.

Quoi qu'il en soit, chaque projet de R-BAU requiert des investigations préalables minutieuses et doit être apprécié de façon individuelle. La présente directive présente la manière de concevoir des R-BAU standardisées, notamment les exigences techniques et opérationnelles à remplir.

Office fédéral des routes

Rudolf Dieterle
Directeur

Table des matières

	Impressum	2
	Avant-propos	3
1	Introduction	7
1.1	Objectif de la directive.....	7
1.2	Champ d'application	7
1.3	Destinataires	7
1.4	Entrée en vigueur et modifications	7
2	Définition et principes	8
2.1	But des R-BAU.....	8
2.2	Importance et fonctions de la BAU	8
2.3	Types de R-BAU	8
2.3.1	Type 1 : R-BAU entre des jonctions ou des échangeurs.....	9
2.3.2	Type 2 : R-BAU incluant des jonctions ou des échangeurs	9
2.3.3	Type 3 : R-BAU dans des montées (voie additionnelle).....	9
2.4	Modes d'exploitation des R-BAU	10
2.5	Aspects liés au trafic	10
3	Caractéristiques géométriques	11
3.1	Subdivision de la chaussée	11
3.1.1	Chaussée à deux voies par sens de circulation	11
3.1.2	Chaussée à trois voies par sens de circulation	12
3.2	Distance de visibilité	13
3.3	Places d'arrêt d'urgence	14
3.4	Abords de jonctions et aires de repos	14
4	Travaux de construction	16
4.1	Superstructure routière	16
4.2	Pente transversale	16
4.3	Évacuation des eaux et conduites	16
4.4	Dispositifs de protection et ouvrages d'art.....	16
5	Réaffectation permanente de la BAU	17
5.1	Critères et caractéristiques en matière d'équipement	17
5.2	Marquage	19
5.2.1	Marquage sur un tronçon à ciel ouvert	19
5.2.2	Marquage aux abords de jonctions.....	19
5.3	Signalisation.....	21
5.3.1	Solution de base, type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies	21
5.3.2	Solution minimale, type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies	22
5.3.3	Solution transitoire	22
5.3.4	Solution de base réduite, type 1 de R-BAU pour chaussée à deux voies.....	23
5.3.5	Solution de base, type 2 de R-BAU pour une chaussée à deux voies	24
5.4	Plans de feux standardisés.....	25
5.4.1	Équipement de la solution de base.....	25
5.4.2	Équipement de la solution minimale	26
5.5	Détection du trafic	27
5.6	Surveillance du trafic.....	27
5.7	Détection d'événements	27
6	Réaffectation temporaire de la BAU	28
6.1	Critères et caractéristiques de l'équipement.....	28
6.2	Marquage	29

6.2.1	Marquage sur un tronçon à ciel ouvert	29
6.2.2	Marquage aux abords de jonctions	29
6.3	Signalisation	30
6.3.1	Disposition des voies de circulation	30
6.3.2	Solution de base type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies	31
6.3.3	Solution minimale type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies	33
6.3.4	Solution transitoire R-BAU type 1 pour une chaussée à deux voies	34
6.3.5	Solution de base type 1 R-BAU pour une chaussée à trois voies	35
6.3.6	Solution de base type 2 de R-BAU pour une chaussée à deux voies	36
6.4	Plans de feux standardisés	37
6.4.1	Plans de feux pour la gestion du trafic	37
6.4.2	Plans de feux en cas d'événements ou de travaux d'entretien	37
6.4.3	Procédures d'ouverture et de fermeture	42
6.5	Détection du trafic	44
6.6	Surveillance du trafic	44
6.7	Vidéosurveillance et détection d'événements	45
6.7.1	Exigences générales	45
6.7.2	Exigences concernant l'image numérique	45
6.7.3	Exigences concernant l'utilisation des images	46
6.7.4	Exigences concernant la détection	46
6.7.5	Exigences concernant le processus d'ouverture de la BAU	47
6.8	Procédure d'ouverture de la BAU	48
6.8.1	Déroulement général	48
6.8.2	Algorithme et valeurs seuils	49
7	Entretien et exploitation	50
7.1	Dispositif en cas d'accident et de secours	50
7.2	Exigences de l'entretien et de l'exploitation	50
7.3	Exigences posées à l'équipement d'exploitation et de sécurité	50
7.4	Monitoring	51
	Glossaire	53
	Bibliographie	54
	Liste des modifications	55

1 Introduction

1.1 Objectif de la directive

La présente directive jette les bases d'une mise en œuvre uniforme de la réaffectation de la bande d'arrêt d'urgence (R-BAU) sur le réseau suisse des routes nationales. Elle complète la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7], qui décrit les exigences techniques et fonctionnelles fondamentales posées à la gestion du trafic sur les routes nationales.

Pour des raisons de sécurité, les BAU des routes nationales doivent en principe conserver leur fonction originale. La R-BAU n'est réalisée que sur les tronçons de route nationale comportant un secteur conflictuel¹ qui ne pourrait pas être supprimé par un aménagement régulier à court ou moyen terme. Cette mesure vise avant tout à améliorer la sécurité routière : l'ouverture de la BAU à la circulation permet d'harmoniser la circulation et d'homogénéiser les flux de trafic.

La présente directive définit la manière de concevoir des types de R-BAU ainsi que les exigences à satisfaire du point de vue de l'ingénierie du trafic et de l'exploitation pour l'utilisation permanente ou temporaire de la BAU comme voie de circulation. Ces prescriptions doivent en principe être prises en considération dans le cadre de la planification et de la réalisation des systèmes de R-BAU sur les routes nationales. La directive vise ainsi à uniformiser et harmoniser ces derniers, en particulier pour ce qui est de la signalisation et du marquage, de la saisie des données relatives à l'état du trafic ainsi que de la surveillance du trafic assistée par vidéo.

1.2 Champ d'application

La présente directive s'applique à toutes les mesures de conception, de construction, d'exploitation et d'entretien relatives à des R-BAU. Elle a été élaborée pour des routes nationales à deux ou trois voies par sens de circulation. Les réaffectations locales de la BAU, qui sont limitées aux secteurs de jonctions ou d'échangeurs (par ex. le prolongement d'entrées ou de sorties d'autoroutes), ne sont pas concernées. Des renseignements à ce sujet figurent dans la documentation OFROU 85006 sur la conception et l'équipement des jonctions du réseau des routes nationales (en allemand) [10].

Les critères d'application relevant de l'ingénierie du trafic qui sont déterminants pour le choix du type de R-BAU et de son mode d'exploitation sont traités dans la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7].

1.3 Destinataires

La présente directive s'adresse aux maîtres d'ouvrage et aux exploitants des routes nationales ainsi qu'aux planificateurs et aux fournisseurs qu'ils mandatent. Les experts du trafic s'en serviront comme instructions pour concevoir des R-BAU.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

La présente directive « Réaffectation de la bande d'arrêt d'urgence (R-BAU) » est entrée en vigueur le 01.01.2007. La liste des modifications se trouve à la page 55.

¹ Sont considérés comme conflictuels les tronçons de route nationale qui se caractérisent ou se caractériseront généralement par des perturbations de la circulation (avec de fréquentes collisions par l'arrière ou de nombreux accidents dus à des changements de voie), une surcharge de trafic aux entrées et aux sorties, et un manque de capacité

2 Définition et principes

2.1 But des R-BAU

Les R-BAU ont pour but d'améliorer la sécurité routière en éliminant les zones conflictuelles dues à des files d'attente et à des changements de voie.

Elles constituent principalement une mesure simple et financièrement avantageuse, mise en œuvre en attendant la réalisation d'un véritable élargissement. Elles visent avant tout à améliorer la fluidité du trafic au niveau des goulets d'étranglement dans les agglomérations qui comportent plusieurs jonctions très engorgées. Dans le cadre de leur mise en œuvre, il faut tenir compte des jonctions et du réseau routier cantonal adjacent.

2.2 Importance et fonctions de la BAU

Les bases légales et les normes techniques confèrent les fonctions ci-après à la BAU :

- servir d'espace pour les véhicules en panne ou en difficulté ainsi que pour les services de dépannage ;
- offrir une place de stationnement provisoire aux véhicules en panne ou accidentés avant leur évacuation ;
- permettre la déviation momentanée du trafic sur le lieu d'un accident ou près d'un chantier de courte durée (entretien) ;
- fournir un accès pour les services sanitaires et les services d'intervention (espace permettant de former un couloir de secours) ;
- servir d'espace d'évitement latéral en présence d'obstacles inattendus sur la chaussée ;
- offrir une alternative pour le guidage du trafic afin de maintenir le nombre de voies de circulation utilisables dans un sens de circulation lors de chantiers de longue durée, moyennant des mesures de marquage et de fermeture appropriées ;
- servir aux services d'entretien lors de travaux sur la chaussée et à côté de celle-ci (entretien des espaces verts, nettoyage, remise en état), lors de la pose de signaux, lors d'inspections, et comme surface de dépôt lors des opérations de déneigement du service hivernal.

Les BAU contribuent beaucoup à la sécurité sur les routes à grand débit. Elles doivent en principe assurer les fonctions énumérées ci-dessus. Elles font partie intégrante du profil type des autoroutes.

Lorsqu'une BAU est convertie en voie de circulation, les éventuels déficits de sécurité doivent être compensés par des mesures adéquates (par ex. réduction de la vitesse, construction de places d'arrêt d'urgence, surveillance du trafic). L'amélioration de la sécurité obtenue par la R-BAU doit l'emporter sur les pertes en la matière.

2.3 Types de R-BAU

Le type de R-BAU définit le guidage du trafic mis en place à proximité de jonctions/d'échangeurs ainsi que sur le tronçon routier concerné par la R-BAU. La directive distingue les trois types de R-BAU suivants :

Type 1	R-BAU entre des jonctions ou des échangeurs
Type 2	R-BAU incluant des jonctions ou des échangeurs
Type 3	R-BAU sur des rampes (voie additionnelle)

2.3.1 Type 1 : R-BAU entre des jonctions ou des échangeurs

Dans ce cas de figure, la BAU est réaffectée entre deux jonctions ou deux échangeurs. La mesure équivaut à l'addition d'une voie de circulation à l'entrée d'une première jonction et à la soustraction d'une voie de circulation à la sortie de la jonction suivante. Ainsi, la R-BAU relie uniquement une entrée à la sortie qui suit.

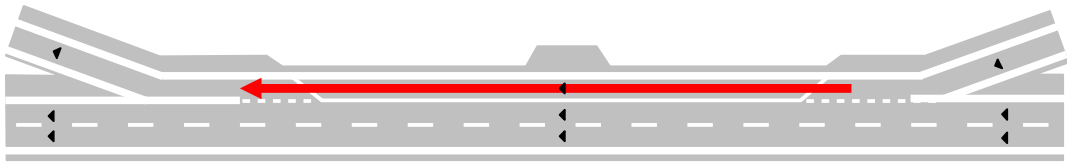


Fig. 2.1 Type 1 de R-BAU entre deux jonctions voisines sur un tronçon.

Le type 1 de R-BAU peut s'étendre aussi bien uniquement sur un tronçon entre deux jonctions voisines que sur plusieurs tronçons consécutifs s'étendant entre jonctions voisines. Au niveau des jonctions, le nombre de voies de circulation est donc de nouveau réduit et ramené à son état original.

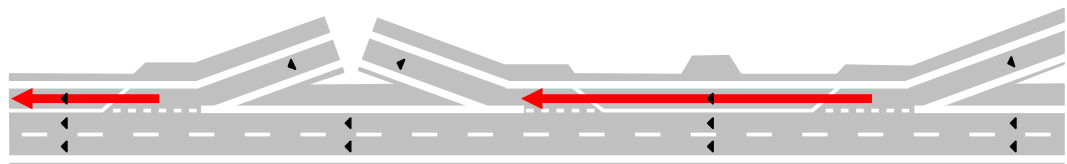


Fig. 2.2 Type 1 de R-BAU entre deux jonctions voisines sur plusieurs tronçons consécutifs.

2.3.2 Type 2 : R-BAU incluant des jonctions ou des échangeurs

Dans ce cas de figure, la BAU est aussi réaffectée dans la zone de la jonction entre la sortie et l'entrée, c'est-à-dire que la R-BAU inclut au moins une jonction.

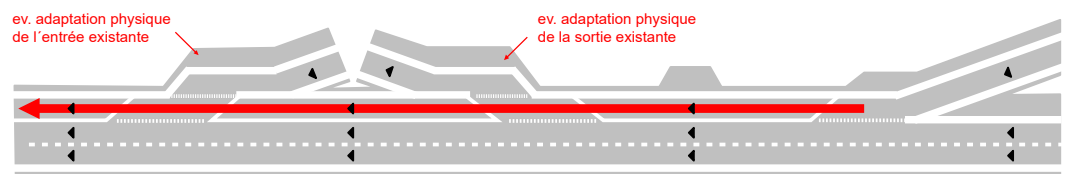


Fig. 2.3 Type 2 de R-BAU incluant des jonctions.

2.3.3 Type 3 : R-BAU dans des montées (voie supplémentaire)

Dans le troisième cas de figure, la BAU est réaffectée sur un tronçon en pente dont la déclivité est de 4 % au moins. Sur les tronçons de ce type, les voies additionnelles permettent de résorber les colonnes de véhicules ou d'éviter leur formation. En offrant des possibilités de dépasser les véhicules lents de manière régulière, la création de voies constitue une mesure efficace pour améliorer tant la qualité de la circulation que la sécurité routière.

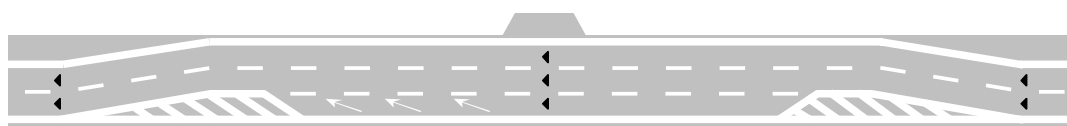


Fig. 2.4 Type 3 de R-BAU dans une montée.

2.4 Modes d'exploitation des R-BAU

Les R-BAU entre deux jonctions ou deux échangeurs (type 1 de R-BAU) et celles incluant des jonctions et des échangeurs (type 2 de R-BAU) peuvent être exploitées de façon permanente ou temporaire. Le choix judicieux du mode d'exploitation doit être dicté avant tout par la sécurité routière. Toutefois, il faut aussi tenir compte de questions de procédure et d'aspects économiques dans le cadre de la comparaison des avantages et des inconvénients des différents modes d'exploitation. Le type 3 de R-BAU est prévu uniquement sous forme permanente.

Réaffectation permanente de la BAU

- La BAU est ouverte à la circulation en permanence ;
- La mesure peut être mise en œuvre de façon illimitée dans le temps ou à titre provisoire en attendant un élargissement à six voies ou plus sans compter la BAU.

Réaffectation temporaire de la BAU

- La BAU est ouverte à la circulation en fonction du volume de trafic ou du plan de feux (par ex. chantier). En dehors des périodes d'ouverture, la BAU est fermée à la circulation et reste utilisable dans sa fonction originelle en cas de panne, de travaux d'entretien, etc. (fonction de base) ;
- La réaffectation temporaire de la BAU doit en principe être pilotée en fonction du trafic ; il faut renoncer à un pilotage par intervalle de temps fixe ;
- La mesure peut être mise en œuvre de façon illimitée dans le temps ou à titre provisoire en attendant un élargissement à six voies ou plus en plus de la BAU ;
- Pour que le nombre de portiques de signalisation et les distances entre les signaux soient suffisants pour une gestion de la mesure au moyen de FTV, une réaffectation temporaire de la BAU n'est judicieuse que pour des tronçons de plus de deux kilomètres.

Une exploitation temporaire sera envisagée pour les types 1 et 2 de R-BAU dans les cas suivants :

- surcharge prononcée du tronçon seulement aux heures de pointe ;
- surcharge prononcée des entrées et des sorties aux heures de pointe les jours ouvrables en raison des déplacements professionnels.

2.5 Aspects liés au trafic

Les critères d'application liés au trafic à considérer dans le choix d'un type de R-BAU approprié et de son mode d'exploitation sont traités dans la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7].

3 Caractéristiques géométriques

3.1 Subdivision de la chaussée

La R-BAU n'est possible que si la chaussée est suffisamment large sur l'ensemble du tronçon concerné. Il s'agit de contrôler que la largeur et la hauteur libres sont conformes aux profils standard fixés dans la directive OFROU 11001 « Profils types, aires de repos et de ravitaillement des routes nationales » [4] sur tout le tronçon pour lequel la réaffectation est envisagée. Si la largeur de la chaussée correspond à un profil standard, les largeurs des voies de circulation pourront être suffisantes pour une R-BAU. Les obstacles latéraux ou les rétrécissements locaux de la largeur de la BAU peuvent empêcher sa réaffectation ou nécessiter d'importants travaux d'adaptation.

La subdivision de la chaussée en différentes voies de circulation doit être faite en tenant compte du mode d'exploitation prévu (permanent ou temporaire) et de la longueur du tronçon avec R-BAU. En principe, sur tout tronçon avec R-BAU, les voies de circulation devraient présenter une largeur de 3,50 m. Sur les autoroutes à deux voies, cette exigence peut nécessiter que la BAU soit légèrement élargie suivant le type de R-BAU prévu, par ex. dans le cadre d'un projet de maintenance. En général, il faut garantir en outre un espace latéral libre d'obstacles d'au moins 0,30 m.

Si un élargissement de la chaussée est excessivement coûteux, il est possible exceptionnellement de réduire la largeur de la voie de dépassement extérieure. Si la largeur de cette dernière devient de la sorte inférieure à 3,25 m, il y a lieu de signaler une limitation de largeur sur la voie de dépassement extérieure (signal 2.18 « largeur maximale ») ; celle-ci interdit la circulation aux poids lourds et aux autocars. Une largeur minimale de 3,00 m devra être respectée dans tous les cas.

En raison de la suppression de la BAU, qu'elle soit durable à la suite d'une réaffectation permanente de cette dernière ou provisoire après une réaffectation temporaire, il est recommandé par mesure de sécurité d'abaisser à 100 km/h la vitesse maximale autorisée. Pour chaque tronçon envisagé pour une R-BAU, il faut en principe examiner et évaluer au cas par cas si la vitesse maximale autorisée reste adéquate ou si elle doit être réduite à 100 km/h ou 80 km/h. Il n'est possible de renoncer à cet examen de la vitesse applicable que dans le cas des R-BAU dans des montées, appelées aussi voies additionnelles, si la largeur des voies et la visibilité le permettent.

3.1.1 Chaussée à deux voies par sens de circulation

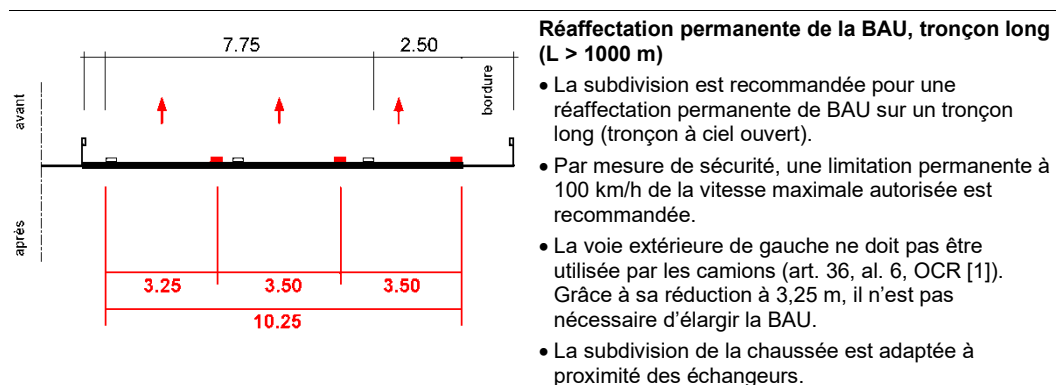


Fig. 3.1 Subdivision de la chaussée en cas de réaffectation permanente de la BAU sur un tronçon long.

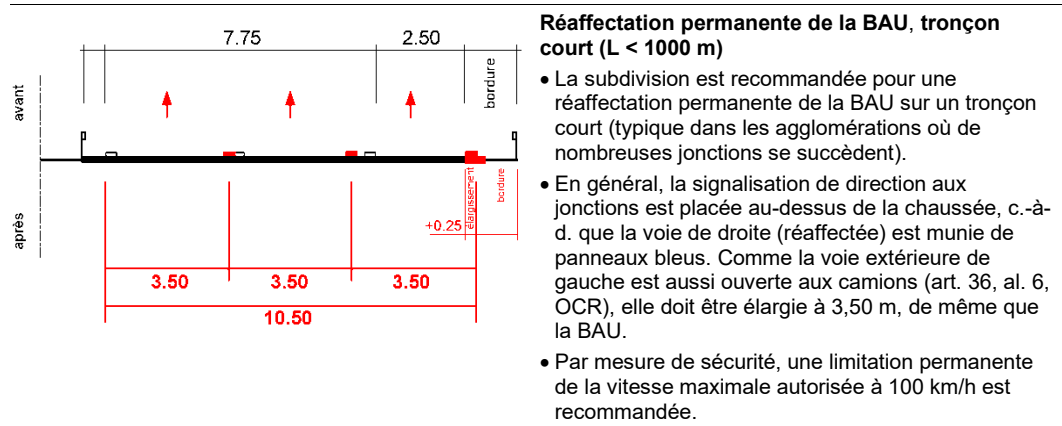


Fig. 3.2 Subdivision de la chaussée en cas de réaffectation permanente de la BAU sur un tronçon court.

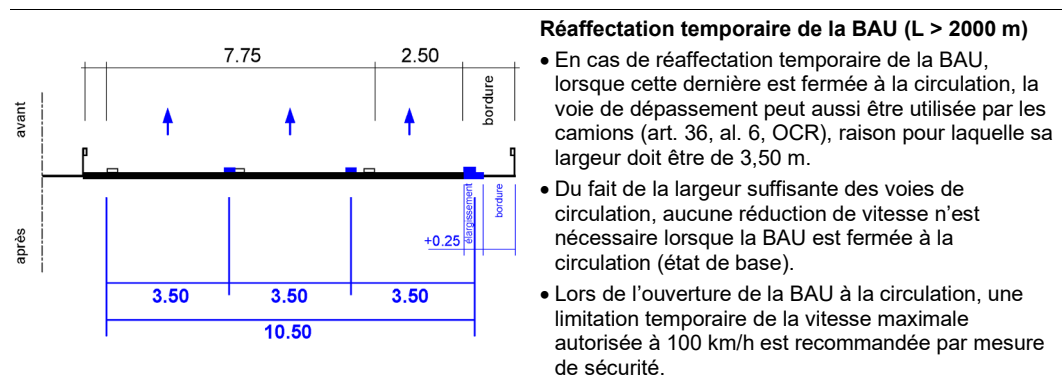
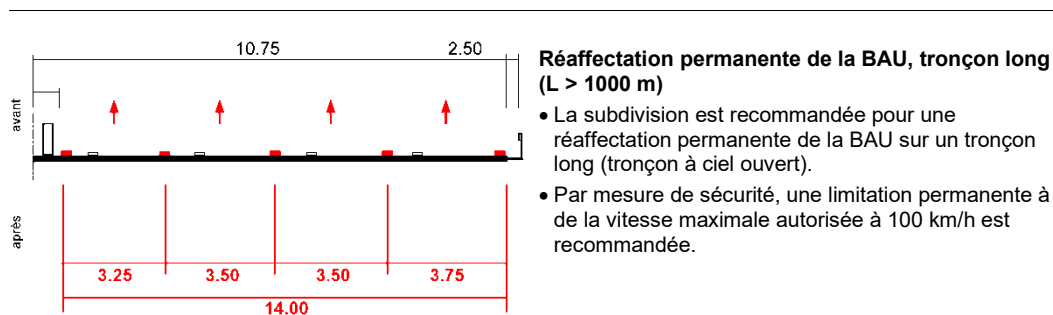


Fig. 3.3 Subdivision de la chaussée en cas de réaffectation temporaire de la BAU.

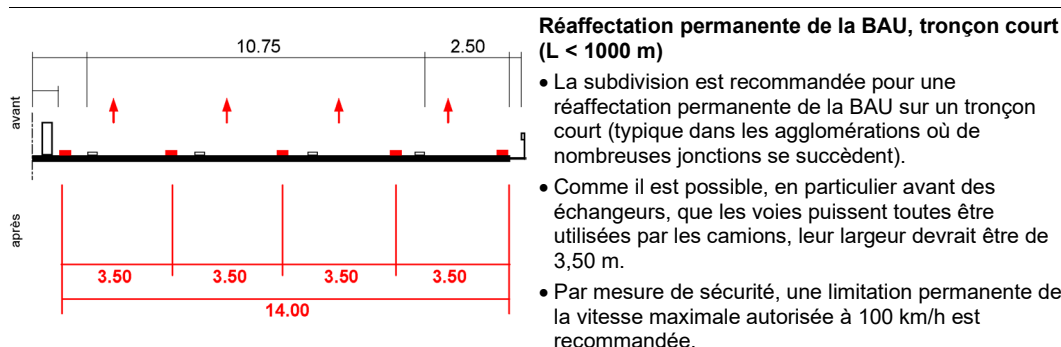
3.1.2 Chaussée à trois voies par sens de circulation



Réaffectation permanente de la BAU, tronçon long (L > 1000 m)

- La subdivision est recommandée pour une réaffectation permanente de la BAU sur un tronçon long (tronçon à ciel ouvert).
- Par mesure de sécurité, une limitation permanente à de la vitesse maximale autorisée à 100 km/h est recommandée.

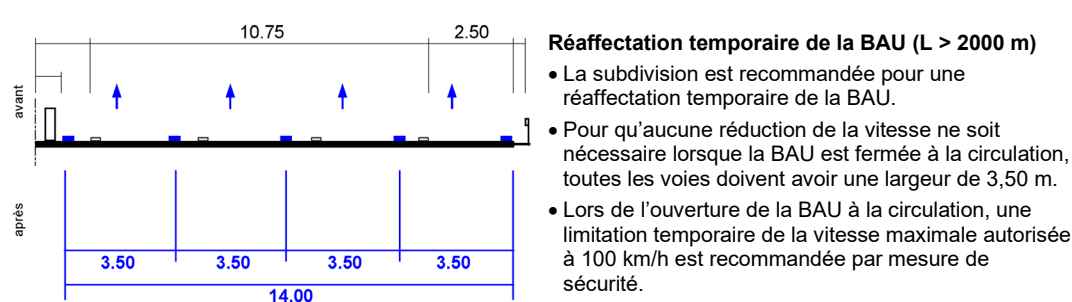
Fig. 3.4 Subdivision de la chaussée en cas de réaffectation permanente de la BAU sur un tronçon long.



Réaffectation permanente de la BAU, tronçon court (L < 1000 m)

- La subdivision est recommandée pour une réaffectation permanente de la BAU sur un tronçon court (typique dans les agglomérations où de nombreuses jonctions se succèdent).
- Comme il est possible, en particulier avant des échangeurs, que les voies puissent toutes être utilisées par les camions, leur largeur devrait être de 3,50 m.
- Par mesure de sécurité, une limitation permanente de la vitesse maximale autorisée à 100 km/h est recommandée.

Fig. 3.5 Subdivision de la chaussée en cas de réaffectation permanente de la BAU sur un tronçon court.



Réaffectation temporaire de la BAU (L > 2000 m)

- La subdivision est recommandée pour une réaffectation temporaire de la BAU.
- Pour qu'aucune réduction de la vitesse ne soit nécessaire lorsque la BAU est fermée à la circulation, toutes les voies doivent avoir une largeur de 3,50 m.
- Lors de l'ouverture de la BAU à la circulation, une limitation temporaire de la vitesse maximale autorisée à 100 km/h est recommandée par mesure de sécurité.

Fig. 3.6 Subdivision de la chaussée en cas de réaffectation temporaire de la BAU.

3.2 Distance de visibilité

Pour que la BAU puisse être réaffectée, les distances de visibilité fixées dans la norme VSS SN 640 090b « Projets, bases ; distances de visibilité » [13] doivent être garanties sur tout le tronçon. En outre, la distance d'arrêt est déterminante.

La distance de visibilité requise dépend de la vitesse signalisée et de la pente longitudinale de la chaussée. Les systèmes de retenue ou les murs antibruit par exemple peuvent constituer de légers obstacles à la visibilité. Il en va de même surtout des équipements situés à l'intérieur des virages. Le trafic (colonnes de véhicules) peut aussi nuire à une bonne visibilité. Pour ces raisons, il faut également garantir en tout temps une visibilité suffisante de la signalisation en conditions d'exploitation.

À cette fin, on recourra en premier lieu à des travaux de construction. La vitesse admise ne sera abaissée pour garantir une visibilité suffisante que si des cas exceptionnels le justifient.

3.3 Places d'arrêt d'urgence

Nécessité

Les places d'arrêt d'urgence servent de surfaces de stationnement, d'une part pour les véhicules en panne, d'autre part pour l'entretien courant. En vertu de la norme SN 640 041 « Projet, bases ; type de route : routes à grand débit » [12], elles sont aménagées au maximum tous les 1000 m. Les conditions locales, les impératifs de l'entretien, les ouvrages d'art, etc. doivent aussi être pris en compte pour déterminer les distances entre les places d'arrêt d'urgence et l'emplacement de celles-ci.

On peut renoncer aux places d'arrêt d'urgence si des sorties se succèdent à une distance de 1000 à 1500 m et que l'entretien courant n'en requiert pas.

Disposition en cas de R-BAU

Lorsqu'une BAU est réaffectée entre deux jonctions ou inclut plusieurs jonctions (type 1 et type 2 de R-BAU), il faudrait aménager une place d'arrêt d'urgence au moins tous les 1000 m, que la réaffectation soit temporaire ou permanente.

Des distances plus courtes, de 500 à 800 m, peuvent être envisagées et appliquées le cas échéant dans les conditions suivantes :

- longues montées (type 3 de R-BAU, voies additionnelles dans des montées) ;
- accroissement de la part du trafic des vacanciers ;
- part élevée de poids lourds dans le TJM ;
- distances de visibilité insuffisantes ;
- exigences particulières pour l'entretien courant.

Conception

Les recommandations ci-après doivent être prises en considération pour la géométrie des places d'arrêt d'urgence :

- longueur entre 60 et 80 m, largeur de 4,25 m, parois frontales en biseau $\leq 1 : 3$;
- borne d'appel d'urgence à un tiers environ de la longueur totale. Les places d'arrêt d'urgence doivent aussi être munies de capteurs pour la vidéosurveillance et la détection des véhicules ;
- évacuation des eaux vers l'extérieur ainsi que bordures pour la protection contre les effets dommageables sur l'environnement ;
- équipements de protection selon le tronçon, marquage linéaire du pourtour de la place d'arrêt d'urgence pour la rendre plus visible ;
- signalisation conforme à l'art. 47, al. 5, OSR, au moyen du signal « Place d'arrêt pour véhicules en panne » (4.16), et signalisation avancée à une distance d'au moins 500 m [2].

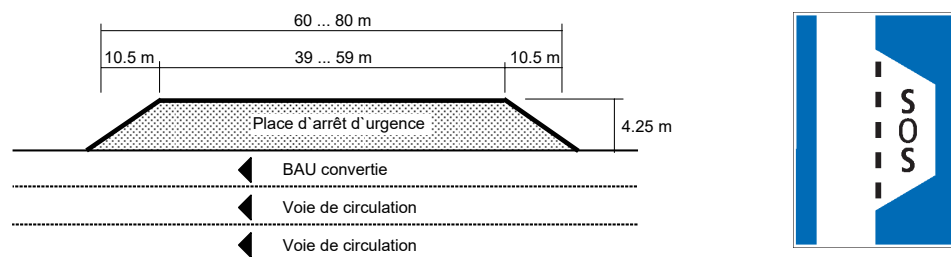
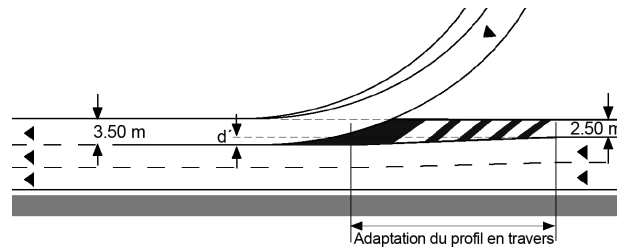


Fig. 3.7 Géométrie d'une place d'arrêt d'urgence (g.), signal 4.16 (d.).

3.4 Abords de jonctions et aires de repos

Les types 1 et 2 de R-BAU sont obtenus par l'ajout d'une voie de circulation à une entrée. En raison de la différence de largeur entre la BAU originale et la BAU réaffectée, la section

doit être adaptée sur une certaine longueur aux abords de la jonction. La longueur de ce « biseau » sur lequel les voies de circulation continues de la route à grand débit sont déplacées latéralement est fixée d'après la norme SN 640 261 « Carrefours ; carrefours dénivelés » [16]. La longueur du biseau doit généralement être considérée comme identique pour tous les bords des voies de circulation et se calcule selon la formule ci-après. Le retour est effectué selon le même principe.



$$L_V = V_p \cdot \sqrt{d'} \quad [\text{m}], \text{ où}$$

V_p = vitesse de projet en [km/h]

d' = déplacement latéral en [m]

Fig. 3.8 Schéma de principe de l'adaptation de la section aux abords de la jonction pour la R-BAU.

Normalement, le déplacement latéral pourrait être d'environ 1 m, ce qui pourrait entraîner des longueurs de biseau de l'ordre de 80 à 100 m suivant la vitesse signalisée.

Dans le cas de R-BAU incluant des jonctions (type 2), les voies de ralentissement et d'accélération doivent être déplacées vers l'extérieur. Leurs longueurs minimales découlent également de la norme SN 640 261 « Carrefours ; carrefours dénivelés » [16]. Etant donné que la vitesse maximale peut être réduite dans certaines circonstances lorsque la BAU est réaffectée, la longueur de la voie de ralentissement peut être raccourcie.

4 Travaux de construction

4.1 Superstructure routière

Selon la directive OFROU 11001 « Profils types, aires de repos et de ravitaillement des routes nationales » [4], la superstructure de la BAU doit être identique à celle des voies de circulation, car la BAU doit supporter le trafic en cas de travaux d'entretien ou autres. Toutefois, sur certains tronçons autoroutiers anciens, les BAU présentent souvent une superstructure réduite.

Dans le cadre de la R-BAU, il est impératif d'examiner la structure et la portance de la superstructure, et de les renforcer au besoin. En principe, la structure de la BAU doit être identique à celle des voies de circulation.

4.2 Pente transversale

En règle générale, le dévers de la BAU doit être conservé en cas de réaffectation, même lorsque la BAU présente un dévers négatif par rapport aux voies de circulation. Selon la norme SN 640 120 « Tracé ; pentes transversales en alignement et dans les virages, variation du dévers » [14], la différence de dévers admissible est de 6 %. Les éléments ci-après parlent en faveur du maintien d'un dévers négatif :

- évacuation des eaux (aquaplaning) ;
- déneigement (formation de verglas par l'eau de fonte) ;
- garantie de la hauteur libre aux abords des passages supérieurs.

Certes, la suppression d'un dévers négatif accroît la sécurité, mais elle engendre aussi des problèmes en la matière. Par ailleurs, le maintien de dévers négatifs permet des économies de coûts considérables.

Dans les zones où les différences de dévers sont considérables, par ex. dans les virages à gauche, il est généralement nécessaire d'adapter les dévers pour des raisons liées à la sécurité et à la dynamique de la conduite. Il faut examiner les avantages et les inconvénients d'une adaptation par rapport au statu quo. La pente transversale minimale en alignement est de 3 %, conformément à la directive OFROU 11001 « Profils types, aires de repos et de ravitaillement des routes nationales » [4].

4.3 Évacuation des eaux et conduites

Le système d'évacuation des eaux doit être examiné du point de vue de son fonctionnement et de la sécurité routière. Un écoulement suffisant des eaux est indispensable pour garantir cette dernière. Une attention particulière sera portée à l'évacuation des eaux en lien avec l'adaptation des dévers.

On s'assurera que les couvercles des regards des canalisations de l'espace de circulation prévu possèdent une portance suffisante et que les règles de construction ont été observées (par ex. ajustement) ; on les rénovera en cas de nécessité.

De même, on vérifiera la portance et le bon fonctionnement des chemins de câbles, des conduites et des regards de la BAU, qui devront être déplacés hors de la BAU au besoin. Parfois très élevé, le coût de ces opérations peut remettre en cause un projet de réaffectation.

4.4 Dispositifs de protection et ouvrages d'art

Les systèmes de retenue des véhicules, les murs antibruit, etc. doivent être adaptés au nouveau régime d'exploitation de la chaussée. Si nécessaire, on effectuera les travaux de construction qu'impose la sécurité routière. On portera une attention particulière au service hivernal (déneigement).

Sur les ouvrages d'art (par ex. constructions en porte-à-faux), des problèmes peuvent survenir en lien avec la R-BAU, en cas de fatigue structurelle, etc. On procédera aux investigations nécessaires lors de la phase de conception.

5 Réaffectation permanente de la BAU

5.1 Critères et caractéristiques en matière d'équipement

Certains éléments sont indispensables au maintien de la fluidité du trafic et de la sécurité routière sur les tronçons avec réaffectation permanente de la BAU. Il s'agit par exemple des moyens de signalisation, des caméras vidéo ainsi que des capteurs de détection des embouteillages. En fonction de la longueur du tronçon, on distingue plusieurs options d'équipement pour la réaffectation permanente de la BAU, à savoir une « solution minimale » (longueur inférieure 1500 m), une « solution de base » (longueur supérieure ou égale à 1500 m) ainsi qu'une « solution transitoire ». Les équipements présentent les caractéristiques suivantes :

Fig. 5.1 Caractéristiques de l'équipement en cas de réaffectation permanente de la BAU.

Solution de base (L ≥ 1500 m)	Solution minimale (L < 1500 m)
<ul style="list-style-type: none"> • FTV (sur toutes les voies de circulation) ; • HV-AD (dynamique) ; • Disposition des voies (dynamique) ; • Indicateur de direction au-dessus des voies (statique) ; • Détection du trafic pour HV-AD ; • Surveillance stratégique du trafic (par ex. caméras aux entrées et sorties, places d'arrêt d'urgence et tous les 1000 m env. en complément aux capteurs) ; • Place d'arrêt d'urgence, intervalle ≤ 1000 m. 	<ul style="list-style-type: none"> • HV-AD (dynamique) ; • Indicateur de direction au-dessus des voies (statique) ; • Détection du trafic pour HV-AD ; • Surveillance stratégique du trafic (par ex. caméras aux entrées et sorties, places d'arrêt d'urgence ainsi qu'en complément aux capteurs) ; • 1 place d'arrêt d'urgence (dès 1000 m env.).

La « solution transitoire » concerne des tronçons qu'il est prévu d'élargir et repose sur les systèmes HV-AD existants. Les conditions locales doivent être prises en considération.

Fig. 5.2 Critères d'équipement en cas de réaffectation permanente de la BAU.

Longueur	Équipement	
	Solution de base	Solution minimale
L < 1500 m	A proximité de tunnels avec FTV Pas d'issues de secours latérales	Cas standard
L ≥ 1500 m	Cas standard	

Équipement de la solution de base

- Sur les tronçons d'une longueur supérieure ou égale à 1500 m, une couverture complète par FTV est judicieuse, c.-à-d. que toutes les voies de circulation doivent être dotées de systèmes de ce type ;
- Signaux dynamiques supplémentaires pour indiquer les voies ouvertes à la circulation (signal 4.77 « Disposition des voies de circulation ») ;
- Détection du trafic, surveillance du trafic et détection d'événements conformes au niveau d'équipement « HAUT » selon la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7] ;
- On s'efforcera de respecter un intervalle maximal d'env. 1000 m entre les places d'arrêt d'urgence.

L'option d'équipement « solution de base » est retenue **exceptionnellement** pour des tronçons de moins de 1500 m dans les cas suivants :

- tronçons situés à proximité de tunnels équipés de FTV ;
- absence d'issues de secours latérales (les usagers de la route n'ont pas la possibilité de quitter l'espace de circulation).

Équipement de la solution minimale

- Il est possible de renoncer à un équipement en FTV et au signal 4.77 « Disposition des voies de circulation » en raison de la faible longueur du tronçon ;
- Les conditions applicables à la détection du trafic, à la surveillance du trafic et à la détection des événements sont conformes à celles du niveau d'équipement « MOYEN » selon la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7] avec HV-AD ;
- Une place d'arrêt d'urgence doit être prévue lorsque la longueur du tronçon est comprise entre 1000 et 1500 m, car aucune fermeture dynamique des voies de circulation n'est possible. L'aménagement d'une place d'arrêt d'urgence n'est pas requis du point de vue du trafic dans le cas de tronçons plus courts.

Équipement de la solution transitoire

Une solution transitoire peut entrer en ligne de compte pour une réaffectation permanente de la BAU si un aménagement est prévu dans un avenir proche et qu'un système HV-AD existant peut continuer d'être utilisé.

R-BAU dans des montées (voie additionnelle)

En principe, dans les montées, la BAU est réaffectée de manière permanente. Par conséquent, l'équipement découle des critères applicables à la réaffectation permanente de la BAU. Une gestion des voies de circulation peut être judicieuse sous l'angle de l'exploitation et de la sécurité pour les tronçons de longueur supérieure ou égale à 1500 m.

Le type 3 de R-BAU peut aussi être appliqué en combinaison avec une entrée par exemple (voie additionnelle). Il faut dans tous les cas examiner attentivement s'il est admissible de renoncer à la BAU sur des montées longues (sécurité routière).

Fig. 5.3 Critères en cas de R-BAU dans des montées (voies additionnelles).

Conditions d'application	<ul style="list-style-type: none"> • Montée ($i \geq 4\%$) ; • Réduction de capacité sur la montée en raison de la vitesse réduite du trafic lourd (TJM élevé avec forte proportion de PL) ; • Point noir en raison de la différence de vitesse entre voitures de tourisme et PL ; • Exigences / conditions conformes à la norme SN 640 018a « Capacité, niveau de service, charges compatibles ; autoroutes en section courante » [11].
Points à clarifier	<ul style="list-style-type: none"> • Charge de trafic, part de PL ; • Cause du manque de capacité ; • Analyse spécifique des accidents ; • Géométrie horizontale et verticale de la route nationale ; • Autres solutions possibles ; • Faisabilité générale (largeur de la chaussée, etc.) ; • Superstructure et dévers de la BAU ; • Accès des services d'intervention.
Mode d'exploitation	Permanente
Aménagement	<ul style="list-style-type: none"> • Constitution des voies additionnelles selon la norme SN 640 138b «Tracé ; voies additionnelles en rampe et en pente» [15] ; • Prévion de places d'arrêt d'urgence si la BAU est réaffectée sur une distance ≥ 1000 m (après 500 ou 800 m) ; • Disposition des signaux 4.77 selon la norme SN 640 814b « Signaux routiers ; indicateur 'Disposition des voies de circulation' » [19] ; • Subdivision de la chaussée selon le chap. 3.1 ; • Surveillance du trafic et signalisation dynamique sur les tronçons relativement longs .

5.2 Marquage

5.2.1 Marquage sur un tronçon à ciel ouvert

En cas de réaffectation permanente de la BAU, le marquage est identique à celui des voies de circulation habituelles conformément à la norme SN 640 854a « Marquages ; disposition sur les autoroutes et semi-autoroutes » [20].

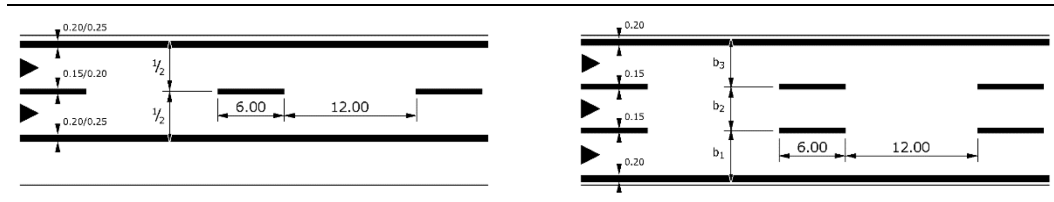


Fig. 5.4 Marquage sur le tronçon à ciel ouvert avant (g.) et après (d.) une réaffectation permanente de la BAU.

5.2.2 Marquage aux abords de jonctions

Marquage d'une addition / suppression de voie de circulation (type 1 de R-BAU)

En cas de réaffectation permanente de la BAU, le marquage au niveau des entrées et des sorties des jonctions ou des échangeurs équivaut à une addition ou une suppression de voie de circulation (voir fig. 5.5). Il faut veiller :

- à aménager et signaler la voie d'accélération au sens de la norme VSS 40 251 et de la directive 15015 « Gestion des rampes », et
- à ce que les usagers de la route (notamment les conducteurs de camions) ne procèdent pas à des changements de voie inutiles sur l'axe principal.

La modification de la situation doit être signalée clairement sur l'axe principal ainsi que sur la voie d'accès à la rampe d'entrée.

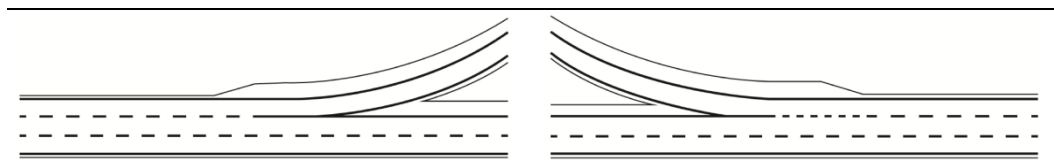


Fig. 5.5 Marquage de l'entrée (g.) et de la sortie (d.) aux abords d'une jonction en cas de réaffectation permanente de la BAU (type 1 de R-BAU).

Marquage sur une ou plusieurs jonctions (type 2 de R-BAU)

Lorsque la réaffectation permanente de la BAU inclut une jonction ou une aire de repos (type 2 de R-BAU), le marquage s'effectue comme sur les schémas ci-dessous.

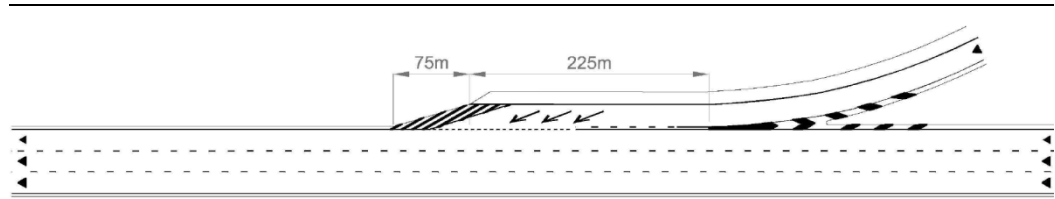


Fig. 5.6 Marquage d'une entrée en cas de réaffectation permanente de la BAU incluant la jonction (type 2 de R-BAU).

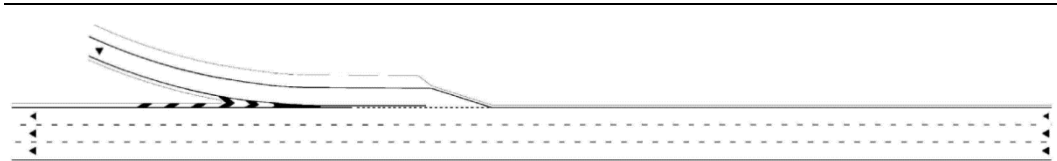


Fig. 5.7 Marquage d'une sortie en cas de réaffectation permanente de la BAU incluant la jonction (type 2 de R-BAU).

5.3 Signalisation

5.3.1 Solution de base, type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies

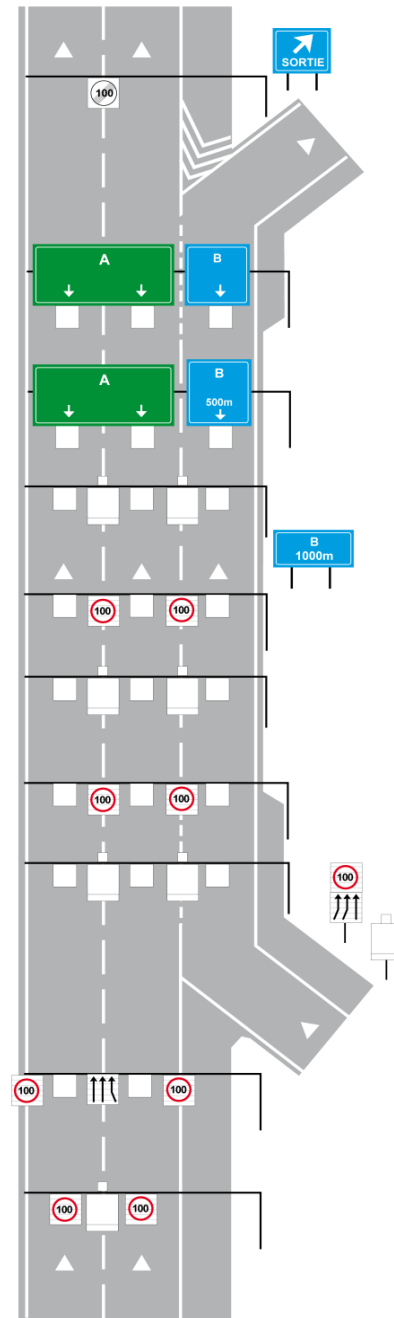


Fig. 5.8 État de base dans la solution de base pour le type 1 de R-BAU.

En général, il n'y a pas de différence dans la signalisation utilisée pour la R-BAU, qu'elle survienne entre deux jonctions, entre une jonction et un échangeur ou entre un échangeur et une jonction, sauf pour ce qui est des indicateurs de direction (couleur, intervalle, type).

Dans l'état de base, l'ajout d'une voie de circulation est signalé sur l'axe principal et sur la voie d'entrée. Les distances entre les portiques FTV sont définies conformément à la norme SN 640 802 « Gestion des transports ; système de feux de fermeture temporaire des voies (FTV) » [17] et sont de 600 m au maximum. Les distances entre les portiques successifs pour l'affichage de la vitesse et l'avertissement de danger sont fixées selon la norme SN 640 803 « Gestion du trafic sur autoroutes et semi-autoroutes ; signaux variables » [18] ; elles vont de 400 m au minimum à 1500 m au maximum selon la visibilité requise et les plans de feux.

5.3.2 Solution minimale, type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies

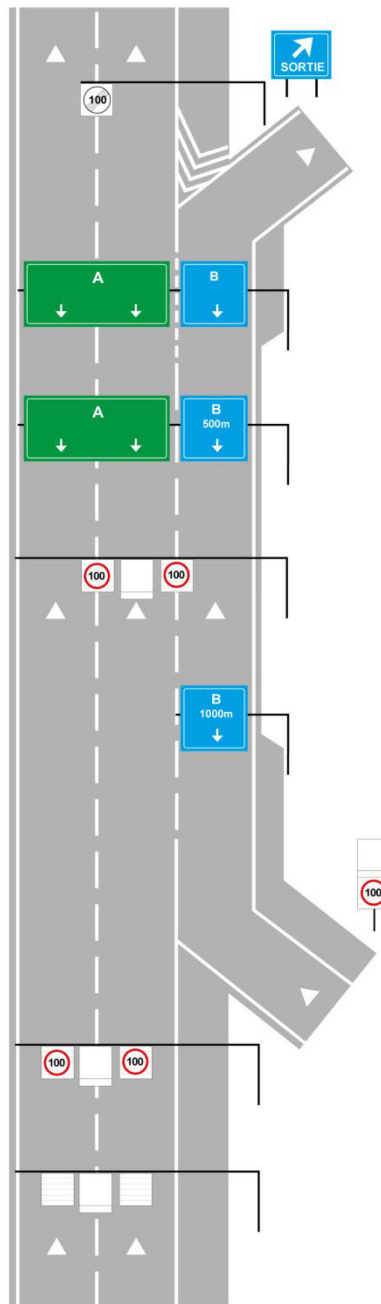


Fig. 5.9 État de base dans la solution minimale de type 1.

En général, il n'y a pas de différence dans la signalisation utilisée pour la R-BAU, qu'elle survienne entre deux jonctions, entre une jonction et un échangeur ou entre un échangeur et une jonction, sauf pour ce qui est des indicateurs de direction (couleur, intervalle, type).

5.3.3 Solution transitoire

À titre de solution transitoire, il est possible de se fonder sur les HV-AD existants dans le cadre d'une coordination avec un aménagement envisagé dans un avenir proche. Il importe en l'occurrence de tenir compte des spécificités locales.

5.3.4 Solution de base réduite, type 1 de R-BAU pour chaussée à deux voies

La solution en question est appropriée lorsque les besoins des services d'entretien et d'intervention n'impliquent pas une exploitation indépendante de l'ensemble des voies de circulation sur le tronçon avec R-BAU et que les FTV sont destinés exclusivement à la gestion de la BAU. Pour des raisons économiques, il peut même être judicieux sur certains tronçons de ne pas équiper la voie de circulation continue de FTV.

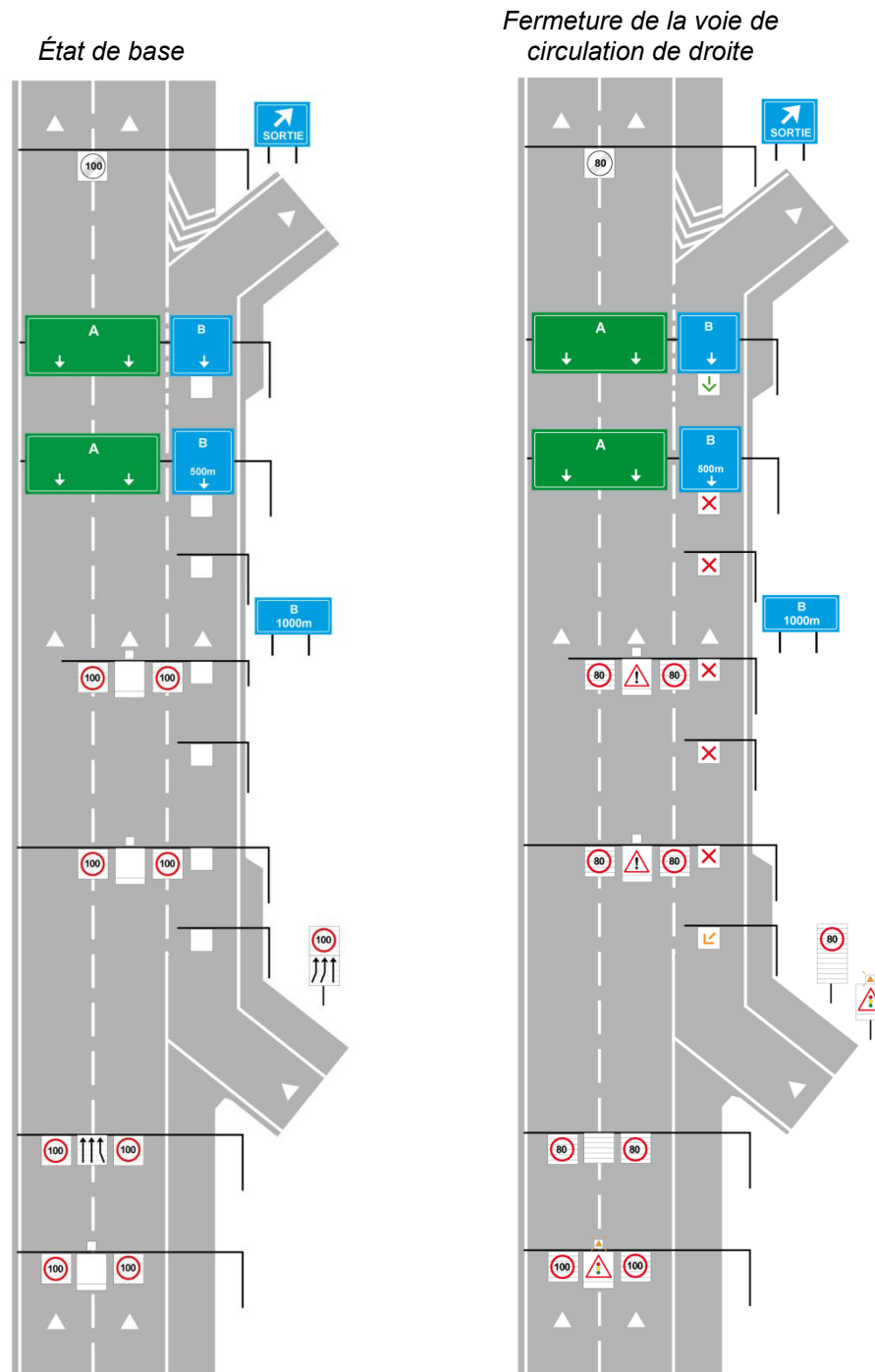


Fig. 5.10 Signalisation en cas de solution de base réduite pour le type 1 de R-BAU à l'état de base (g.) et en cas de fermeture de la voie de circulation de droite (d.).

5.3.5 Solution de base, type 2 de R-BAU pour une chaussée à deux voies

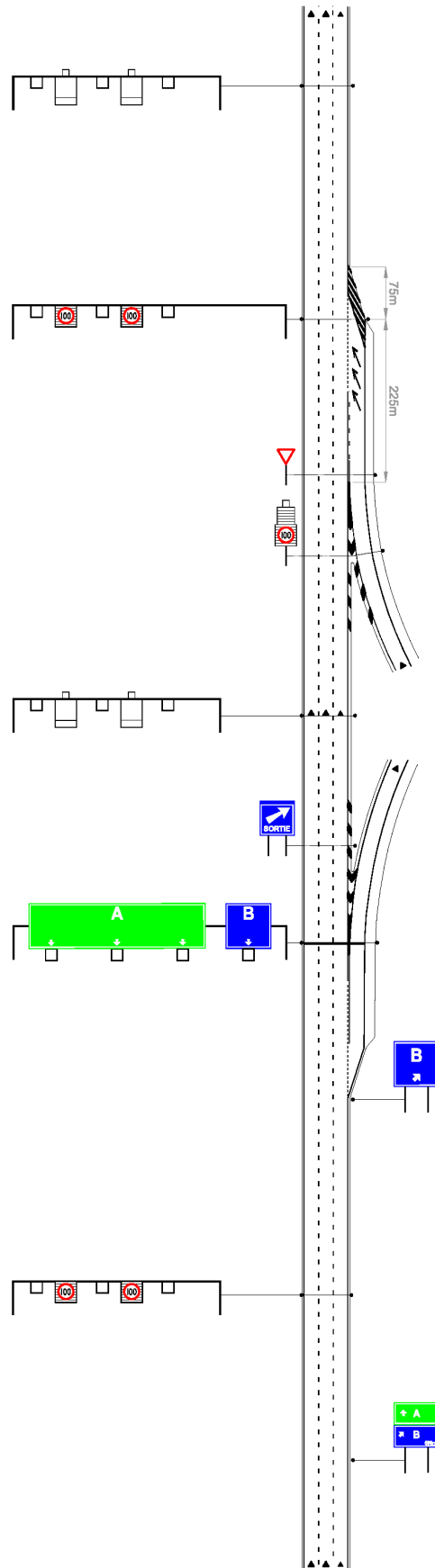


Fig. 5.11 Signalisation en cas de réaffectation incluant une jonction (solution de base pour le type 2 de R-BAU).

5.4 Plans de feux standardisés

Parmi les plans de feux standardisés, on distingue les types de plans de feux « Gestion des voies de circulation », « Signalisation de danger » et « Gestion d'axes ». La numérotation des plans de feux est conforme aux prescriptions de la directive OFROU 15010 « Plans de feux – Régulation du trafic » [8].

5.4.1 Équipement de la solution de base

Le recours aux FTV est une mesure de sécurité, activée manuellement par l'opérateur.

La fermeture d'une voie de circulation doit être introduite par deux flèches de rabattement jaunes successives (voir SN 640 802 « Gestion des transports ; système de feux de fermeture temporaire des voies (FTV) » [17]). Cependant, selon la situation, les plans de feux 33.1 et 33.2 requièrent seulement la signalisation minimale ci-dessous (une flèche de rabattement jaune).

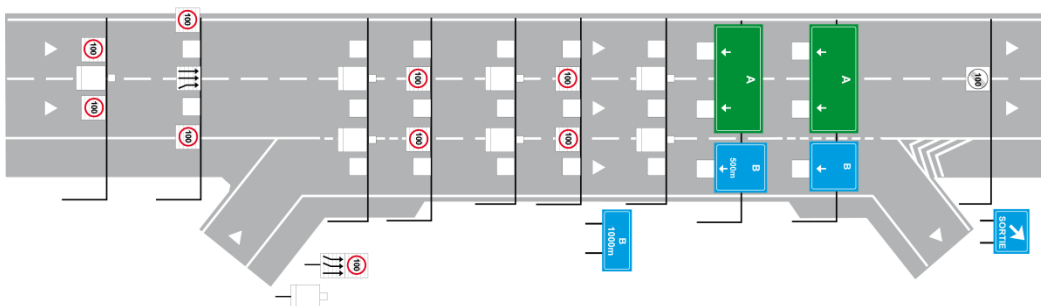


Fig. 5.12 00.1 État de base.

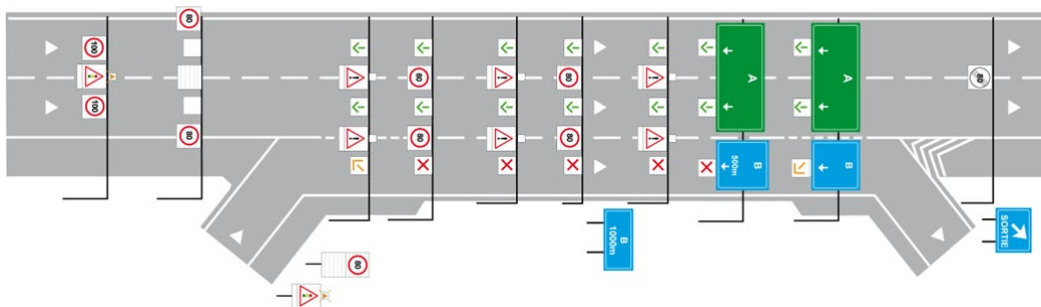


Fig. 5.13 33.1 Événement sur la voie de circulation normale (type 1 de R-BAU).

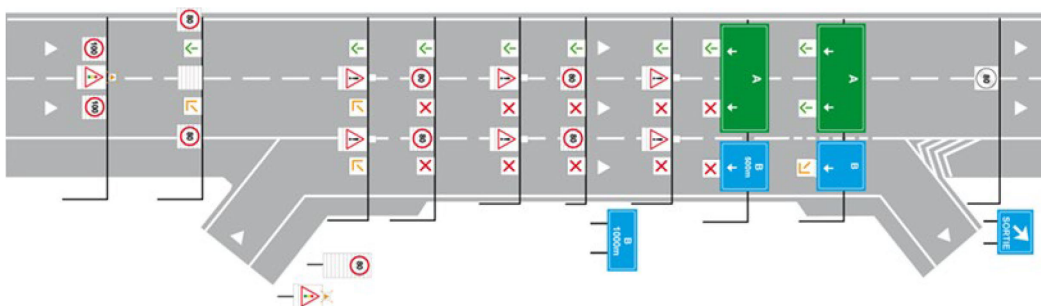


Fig. 5.14 33.2 Événement sur la 1^{re} voie de dépassement (type 1 de R-BAU).

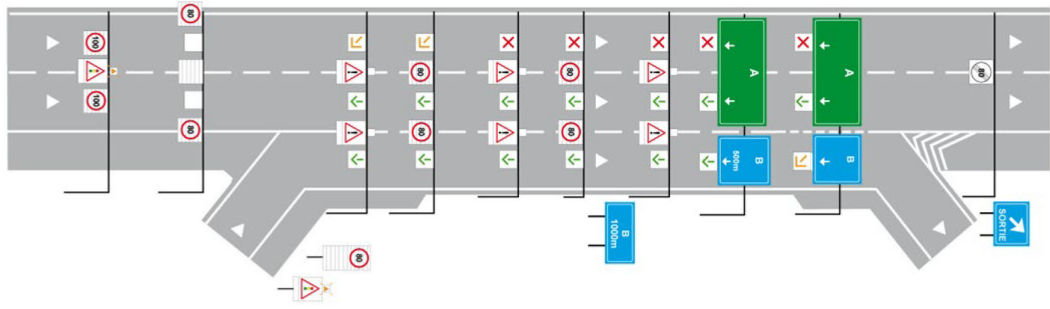


Fig. 5.15 33.3 Événement sur la 2^e voie de dépassement (type 1 de R-BAU).

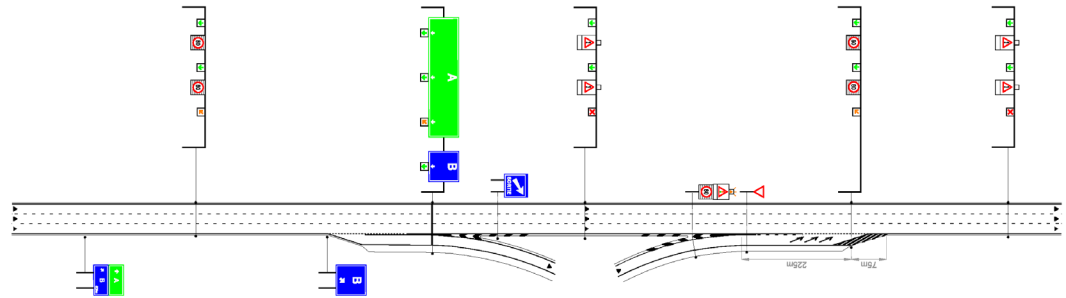


Fig. 5.16 33.4 Événement sur la voie normale (type 2 de R-BAU).

Le début et la fin de la réaffectation permanente de la BAU ne sont pas représentés sur le schéma ci-dessus, car la signalisation requise est identique à celle de la solution de base pour le type 1 de R-BAU (addition et soustraction de voie, voir fig. 5.8).

44.1 Autres dangers

Pour l'équipement de la solution de base, le plan de feux « Signalisation de danger – autres (44) » ainsi que la vitesse maximale autorisée (80) [8] doivent être signalés par analogie avec la solution minimale.

5.4.2 Équipement de la solution minimale

Lorsque la fluidité du trafic est perturbée ou qu'une charge de trafic donnée a été enregistrée, la vitesse autorisée est réduite à la valeur minimale (le cas échéant avec un avertissement de danger).

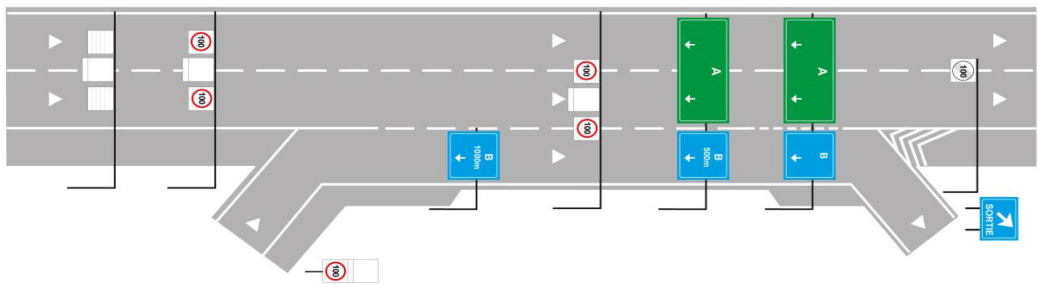


Fig. 5.17 00.1 État de base.

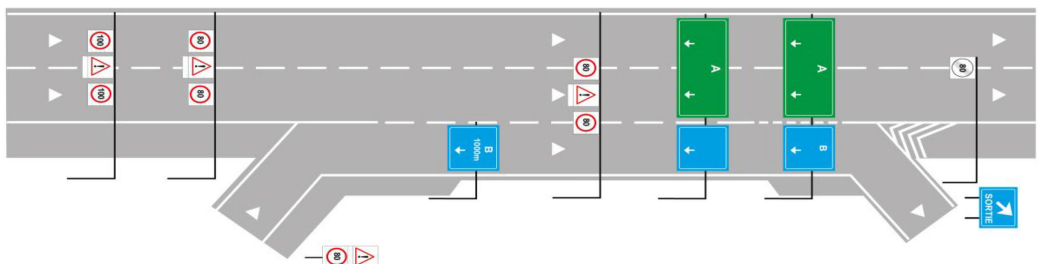


Fig. 5.18 44.1 Autres dangers.

Dans la solution minimale, aucun plan de feux n'existe pour le cas standard, étant donné qu'aucune gestion dynamique des voies de circulation n'est prévue pour ce dernier. Lorsqu'un événement survient sur l'une des voies de circulation, la police procède à une régulation manuelle.

En fonction des autres exigences posées à la signalisation, des modules de signalisation supplémentaires peuvent être envisagés sur les tronçons avec R-BAU (panneaux de direction à indications variables en lien avec le plan de gestion du trafic, par ex.). Ces modules doivent être coordonnés avec les modules dédiés à la R-BAU.

5.5 Détection du trafic

Le dispositif d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger (HV-AD) à prévoir dans le cadre de la R-BAU englobe un système de saisie des données de trafic avec détection automatique des embouteillages. Les exigences de qualité du niveau d'équipement « HAUT » (solution de base) selon la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7] doivent être observées.

Surveillance de la fluidité du trafic

Le système de saisie des données de trafic à prévoir dans le cadre de la R-BAU devra permettre de remplir les objectifs suivants :

- surveillance permanente des surcharges de trafic momentanées ;
- détection automatique des embouteillages.

Saisie des données de trafic pour les statistiques

Pour la saisie statistique des données de trafic (Vmon), il suffit en principe que le tronçon comporte un poste de comptage permettant une classification des véhicules conformément à la directive OFROU 13012 « Postes de comptage du trafic » [6]. Dans la zone du tronçon réaffecté, il faut tenir compte du fait que le poste de comptage doit également couvrir la BAU.

5.6 Surveillance du trafic

Les installations vidéo sont utilisées conformément à la directive OFROU 13005 « Installations vidéo » [5].

Équipement de la solution de base

Les installations vidéo doivent être disposées de manière à permettre une surveillance stratégique du trafic sur tout le tronçon.

Équipement de la solution minimale

Les installations vidéo permettent la surveillance du trafic en des points stratégiques, tels que les places d'arrêt d'urgence ou les entrées et sorties.

5.7 Détection d'événements

Des caméras numériques à haute résolution ou des caméras thermiques et d'autres systèmes de capteurs (par ex. radars) permettent une surveillance automatique du trafic (saisie des données de trafic, forts ralentissements, embouteillages, véhicules à contresens) de même qu'une détection des événements survenant sur la BAU fermée à la circulation (véhicules en panne, objets, occupation des places d'arrêt d'urgence). Si elles sont utilisées en remplacement des techniques habituelles (boucles de comptage, capteurs au-dessus des voies et autres appareils de mesure de la densité du trafic), elles doivent présenter une qualité similaire.

6 Réaffectation temporaire de la BAU

6.1 Critères et caractéristiques de l'équipement

Certains éléments sont indispensables au maintien de la fluidité du trafic et de la sécurité routière sur les tronçons avec réaffectation temporaire de la BAU. Il s'agit par exemple des moyens de signalisation, des caméras vidéo ainsi que des capteurs de détection des embouteillages. En fonction des exigences en matière de sécurité routière et de l'équipement HV-AD existant pour la gestion du trafic, on distingue trois options d'équipement pour la R-BAU, à savoir une « solution minimale », une « solution de base » et une « solution transitoire ». Les équipements présentent les caractéristiques suivantes :

Fig. 6.1 Caractéristiques de l'équipement en cas de réaffectation temporaire de la BAU.

Solution de base	Solution minimale
<ul style="list-style-type: none"> • FTV (sur toutes les voies de circulation) ; • HV-AD (dynamique) ; • Disposition des voies (dynamique) ; • Indicateur de direction au-dessus des voies (dynamique) ; • Détection du trafic pour HV-AD ; • Surveillance complète du trafic (caméras aux entrées et sorties, au niveau des places d'arrêt d'urgence et sur toutes les voies dans le secteur de la R-BAU) ; • Détection d'événements (par ex. caméras ou capteurs pour la détection automatique des événements sur la BAU) ; • Places d'arrêt d'urgence, intervalle ≤ 1000 m. 	<ul style="list-style-type: none"> • FTV (seulement sur la BAU) ; • HV-AD (dynamique) ; • Disposition des voies (dynamique) ; • Indicateur de direction au-dessus des voies (dynamique) ; • Détection du trafic pour HV-AD ; • Surveillance stratégique du trafic (par ex. caméras aux entrées et sorties, au niveau des places d'arrêt d'urgence ainsi qu'en complément à la détection du trafic) ; • Détection d'événements (par ex. caméras ou capteurs pour la détection automatique des événements sur la BAU) ; • Places d'arrêt d'urgence, intervalle ≤ 1000 m.

La « solution transitoire » concerne des tronçons qu'il est prévu d'élargir et repose sur les systèmes HV-AD existants. Les conditions locales doivent être prises en considération.

Équipement de la solution de base

- La solution de base est fondée sur une couverture FTV intégrale, c.-à-d. que toutes les voies de circulation doivent être équipées de FTV ;
- Signaux dynamiques supplémentaires pour indiquer les voies ouvertes à la circulation (signal 4.77 « Disposition des voies de circulation ») ;
- Détection du trafic, surveillance du trafic et détection d'événements conformes au niveau d'équipement « HAUT » selon la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7] ;
- On s'efforcera de respecter un intervalle maximal d'env. 1000 m entre les places d'arrêt d'urgence.

Équipement de la solution minimale

- FTV installés seulement sur la BAU ;
- Signaux dynamiques supplémentaires pour indiquer les voies ouvertes à la circulation (signal 4.77 « Disposition des voies de circulation ») ;
- Détection du trafic, surveillance du trafic et détection d'événements conformes au niveau d'équipement « HAUT » selon la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7] ;
- On s'efforcera de respecter un intervalle maximal d'env. 1000 m entre les places d'arrêt d'urgence.

Équipement de la solution transitoire

Une solution transitoire peut entrer en ligne de compte pour une réaffectation temporaire de la BAU si un aménagement est prévu dans un avenir proche et qu'un système HV-AD existant peut continuer d'être utilisé.

6.2 Marquage

6.2.1 Marquage sur un tronçon à ciel ouvert

En cas de réaffectation temporaire de la BAU sur un tronçon à ciel ouvert, cette dernière reste séparée des voies de circulation régulières par une **ligne de bordure continue**, dont la largeur devrait être égale à celle des lignes de direction. Une ligne de bordure supplémentaire doit être prévue pour le guidage optique sur le bord extérieur droit de la chaussée (bord extérieur de la BAU). Les largeurs des voies de circulation (l_1 , l_2 , l_3) découlent des explications fournies au chap. 3.1. Elles ne sont généralement pas inférieures à 3,50 m.

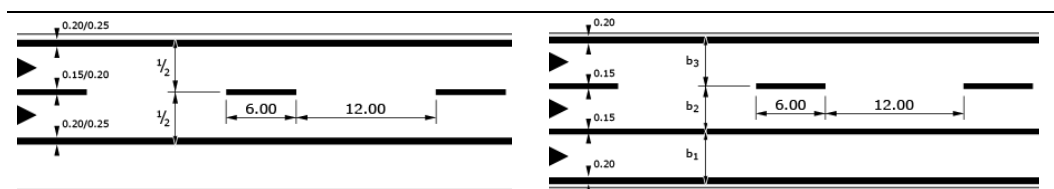


Fig. 6.2 Marquage sur un tronçon à ciel ouvert (g.) et en cas de réaffectation temporaire de la BAU (d.).

6.2.2 Marquage aux abords de jonctions

R-BAU entre deux jonctions ou deux échangeurs (type 1 de R-BAU)

En cas de réaffectation temporaire de la BAU, le marquage aux abords des entrées et des sorties de jonctions ou d'échangeurs est réalisé de la même manière que sur les jonctions conventionnelles, comme présenté sur la figure ci-dessous. Ainsi, lorsque la BAU n'est pas ouverte à la circulation, le marquage n'est pas en contradiction avec le marquage conventionnel aux abords de jonctions.

Lorsque la BAU est ouverte à la circulation, l'autorisation de franchir la ligne oblique au début ou à la fin du tronçon réaffecté est soulignée au moyen des signaux indiquant la disposition des voies de circulation qui conviennent (voir chap. 6.3.1).

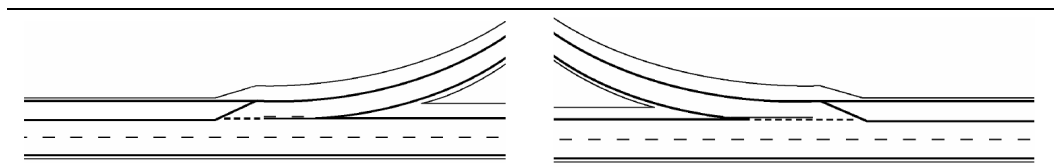


Fig. 6.3 Marquage de l'entrée (g.) et de la sortie (d.) aux abords d'une jonction en cas de réaffectation temporaire de la BAU (type 1 de R-BAU).

R-BAU incluant une ou plusieurs jonctions (type 2 de R-BAU)

Lorsque la réaffectation temporaire de la BAU se poursuit sur une jonction, le marquage est réalisé comme sur la figure ci-dessous. Les surfaces interdites à la circulation aux abords de la jonction doivent être éliminées. Les lignes de bordure doivent être remplacées par des lignes d'avertissement comme indiqué sur le schéma. Ce type de marquage s'applique aussi par analogie sur les aires de repos et les aires de ravitaillement.

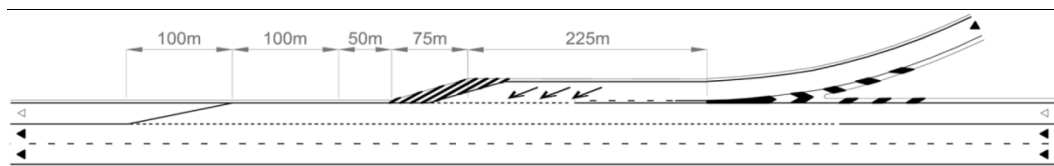


Fig. 6.4 Marquage d'une entrée en cas de réaffectation temporaire de la BAU incluant la jonction (type 2 de R-BAU).

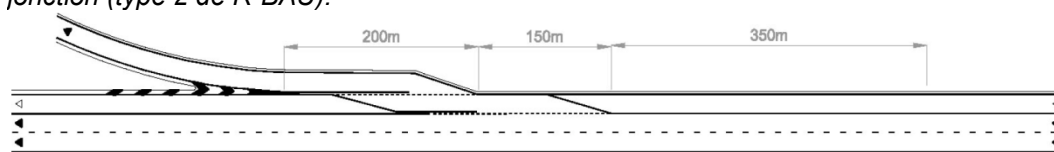


Fig. 6.5 Marquage d'une sortie en cas de réaffectation temporaire de la BAU incluant la jonction (type 2 de R-BAU).

6.3 Signalisation

6.3.1 Disposition des voies de circulation

L'introduction de nouveaux signaux adaptés renseignant sur la disposition des voies de circulation a pour but d'indiquer clairement aux usagers de la route le comportement requis sur le tronçon ainsi qu'au début et à la fin du tronçon réaffecté. Il s'agit en particulier de les informer du franchissement autorisé de la ligne oblique.

La figure ci-dessous montre à titre d'exemple les signaux des panneaux à message variable indiquant la disposition des voies de circulation pour une RGD à deux voies.

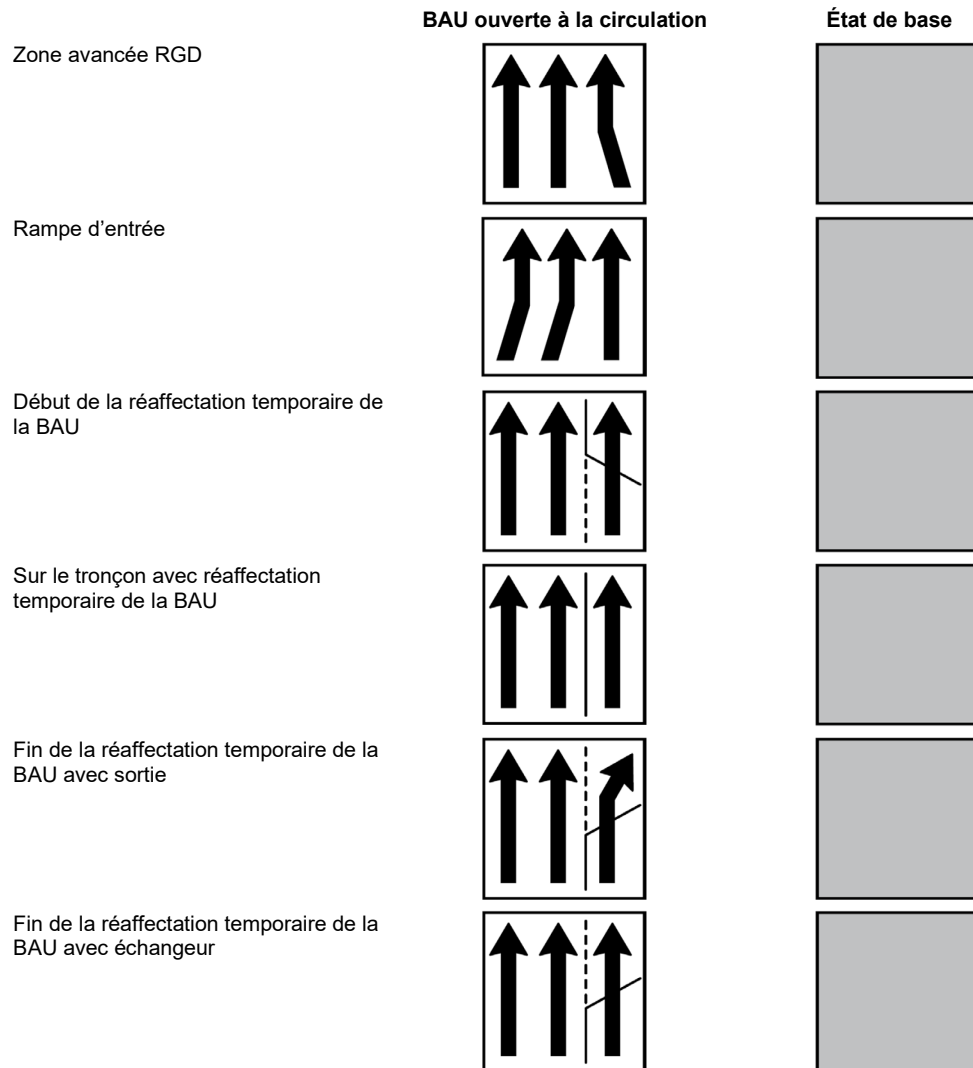
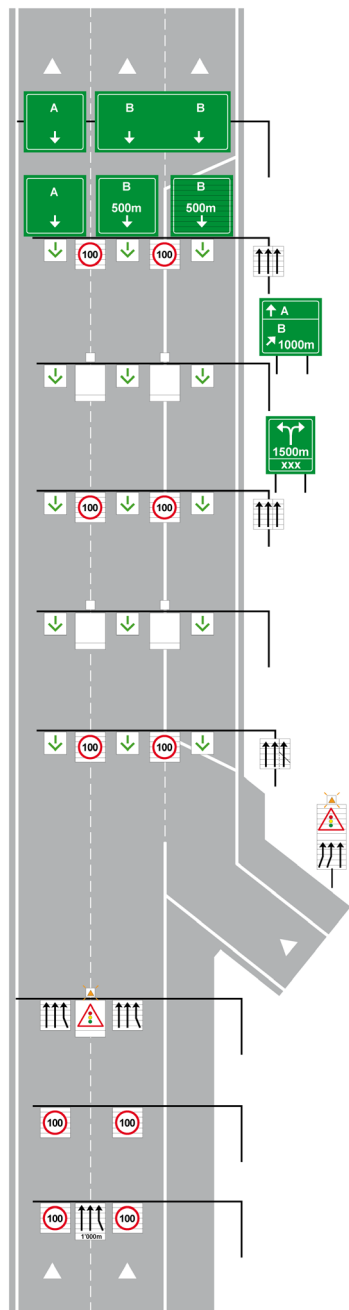


Fig. 6.6 Signaux adaptés (sig. 4.77) indiquant la disposition des voies de circulation en cas de réaffectation temporaire de la BAU.

6.3.2 Solution de base type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies

R-BAU entre jonction et échangeur

BAU ouverte à la circulation



État de base

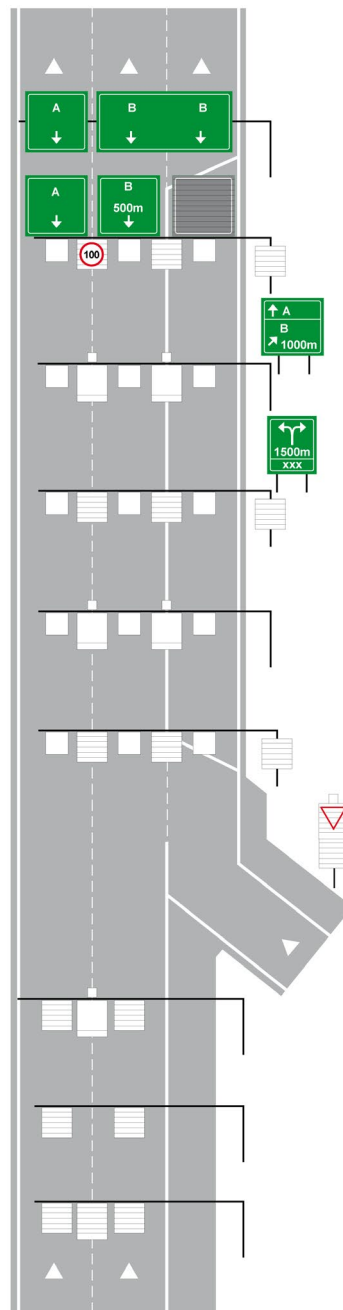


Fig. 6.7 Solution de base pour une chaussée à deux voies, jonction → échangeur : BAU ouverte à la circulation (g.) et état de base (d.).

Les distances entre les portiques FTV sont définies conformément à la norme SN 640 802 « Gestion des transports ; système de feux de fermeture temporaire des voies (FTV) » [17] et sont de 600 m au maximum. Les distances entre les portiques successifs pour l'affichage de la vitesse et l'avertissement de danger découlent de la norme SN 640 803 « Gestion du trafic sur autoroutes et semi-autoroutes ; signaux variables » [18] ; elles peuvent aller de 400 m au minimum à 1500 m au maximum et atteignent généralement 1000 m environ. Après l'échangeur, il y a de lieu de prévoir un portique supplémentaire pour indiquer la levée de la réduction de vitesse.

R-BAU entre échangeur et jonction

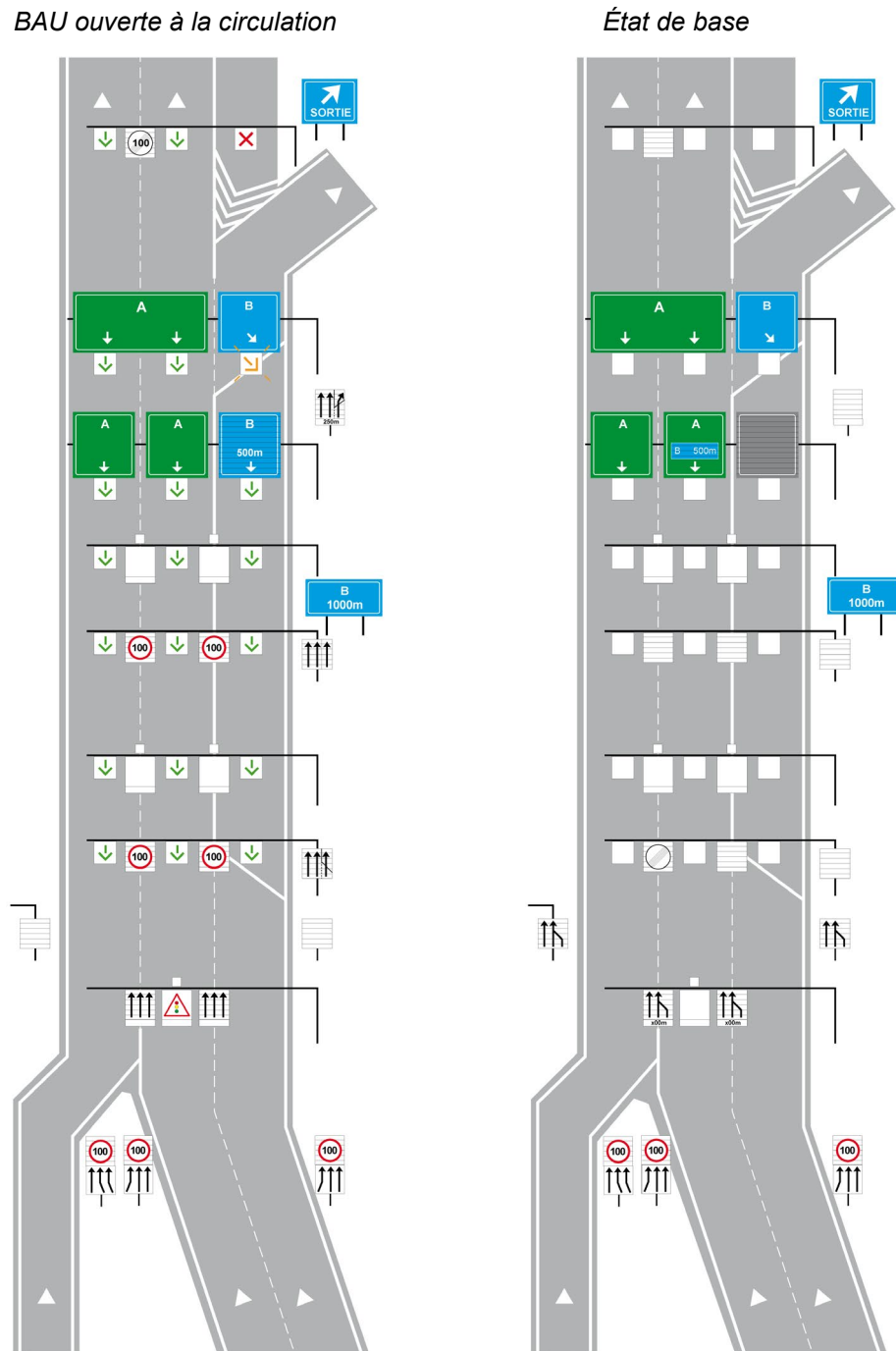


Fig. 6.8 Solution de base pour une chaussée à deux voies, échangeur → jonction : BAU ouverte à la circulation (g.) et état de base (d.).

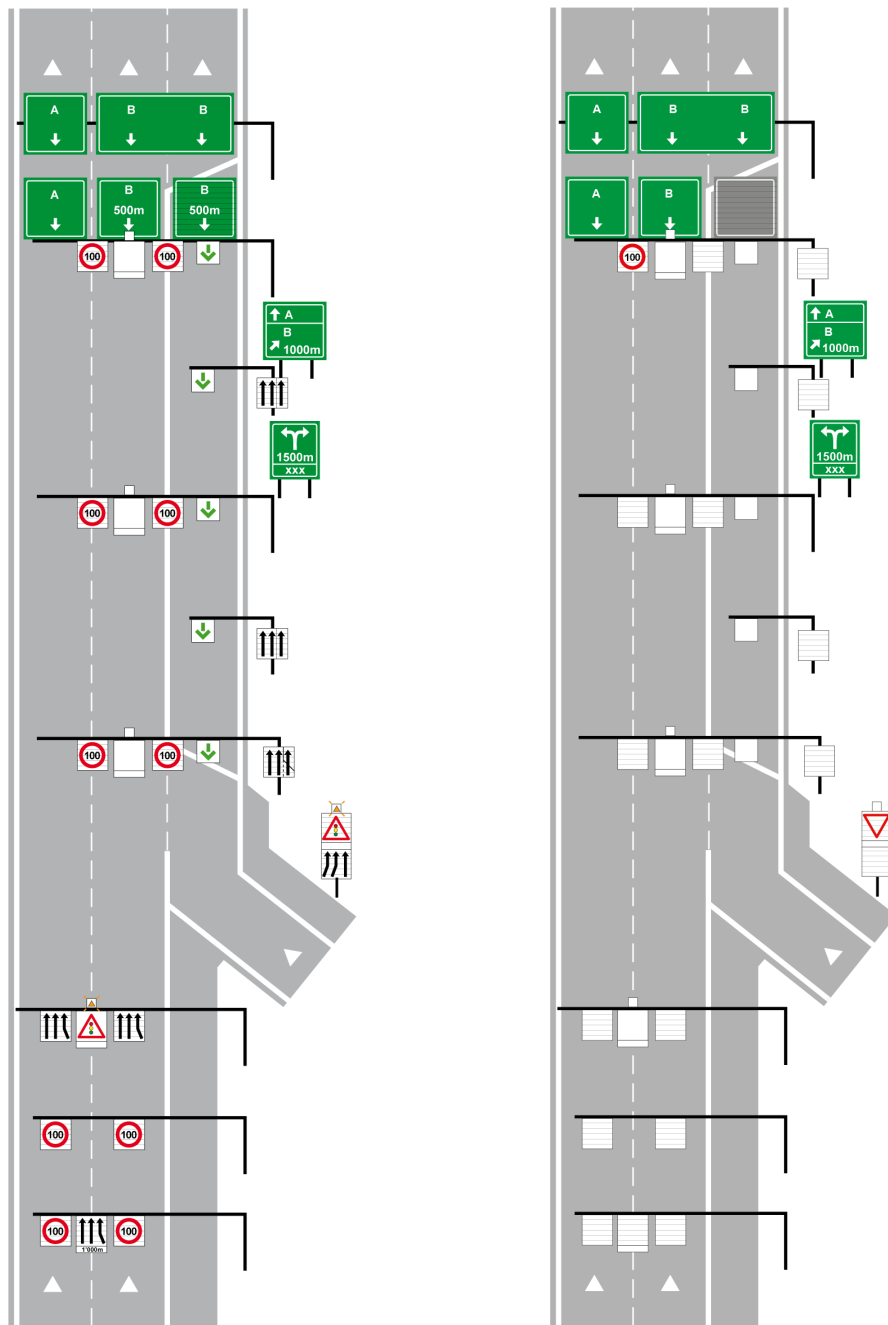
Lorsque la R-BAU prend fin à la sortie, une flèche de rabattement jaune clignote sur le dernier portique, au-dessus de la voie de sortie.

Après la sortie, il y a lieu d'installer un portique FTV supplémentaire afin de signaler la fin du tronçon réaffecté par l'affichage d'une croix rouge au-dessus de la BAU.

6.3.3 Solution minimale type 1 de R-BAU pour une chaussée à deux voies

BAU ouverte à la circulation

État de base



*Fig. 6.9 Solution minimale entre deux jonctions ou échangeurs :
BAU ouverte à la circulation (g.) et état de base (d.).*

La solution en question est en principe appropriée lorsque les besoins des services d'entretien et d'intervention n'impliquent pas une exploitation indépendante de l'ensemble des voies de circulation sur le tronçon avec R-BAU et que les FTV sont destinés exclusivement à l'ouverture de la BAU. Pour des raisons économiques, il peut même être judicieux sur certains tronçons de ne pas équiper la voie de circulation continue de FTV.

6.3.4 Solution transitoire R-BAU type 1 pour une chaussée à deux voies

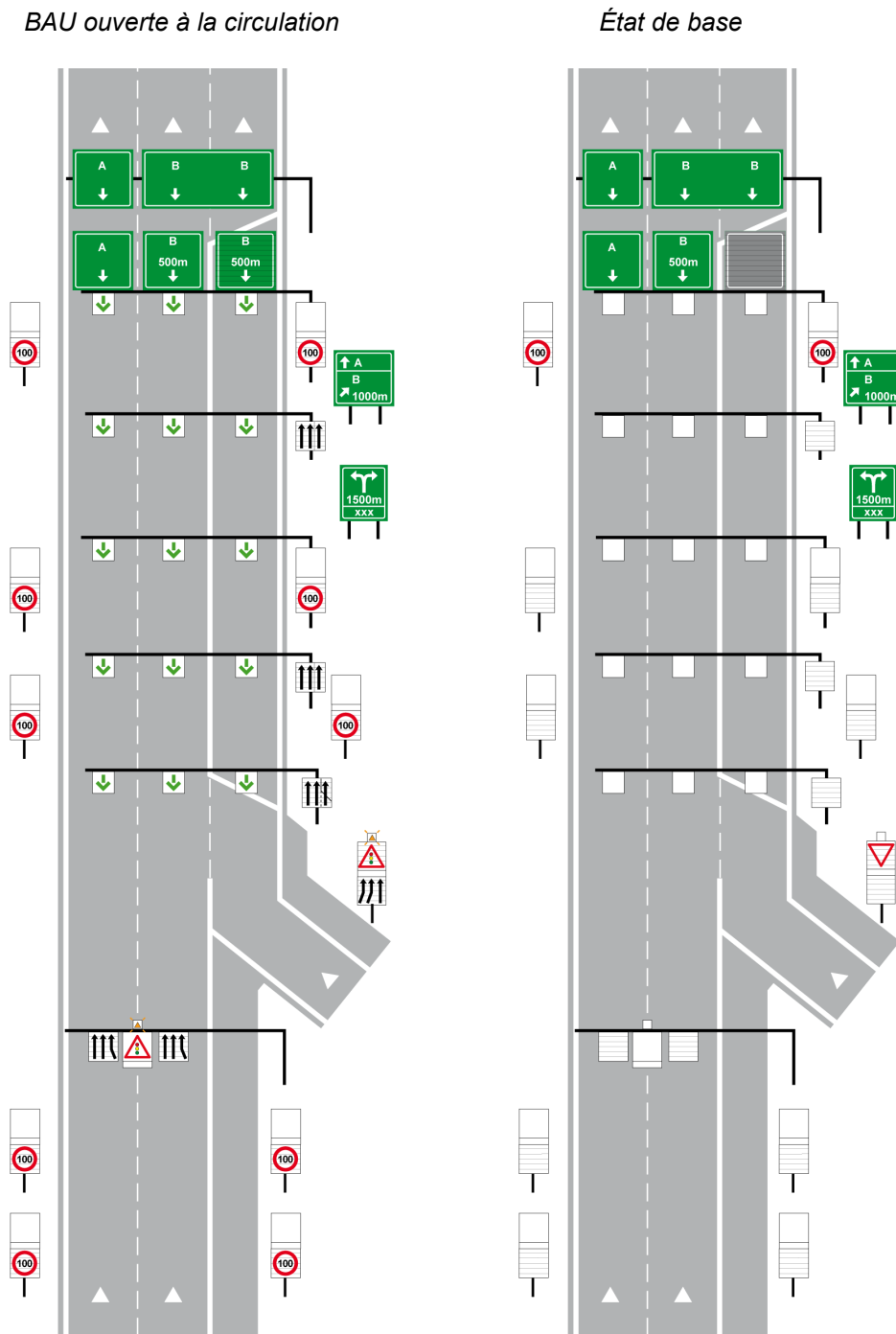


Fig. 6.10 Solution transitoire entre deux jonctions ou échangeurs :
BAU ouverte à la circulation (g.) et état de base (d.).

La solution transitoire présentée ici peut entrer en ligne de compte lorsqu'un aménagement régulier est prévu dans un avenir proche et qu'un système HV-AD existant peut continuer d'être utilisé. Dans ce cas, les distances entre les portiques FTV sont définies sur la base des distances entre les portiques destinés à l'indication combinée de la vitesse et des dangers, qui sont généralement d'environ 1000 m et n'excèdent jamais 1500 m. Ainsi, les distances entre les portiques FTV varient entre 500 et 750 m.

6.3.5 Solution de base type 1 R-BAU pour une chaussée à trois voies

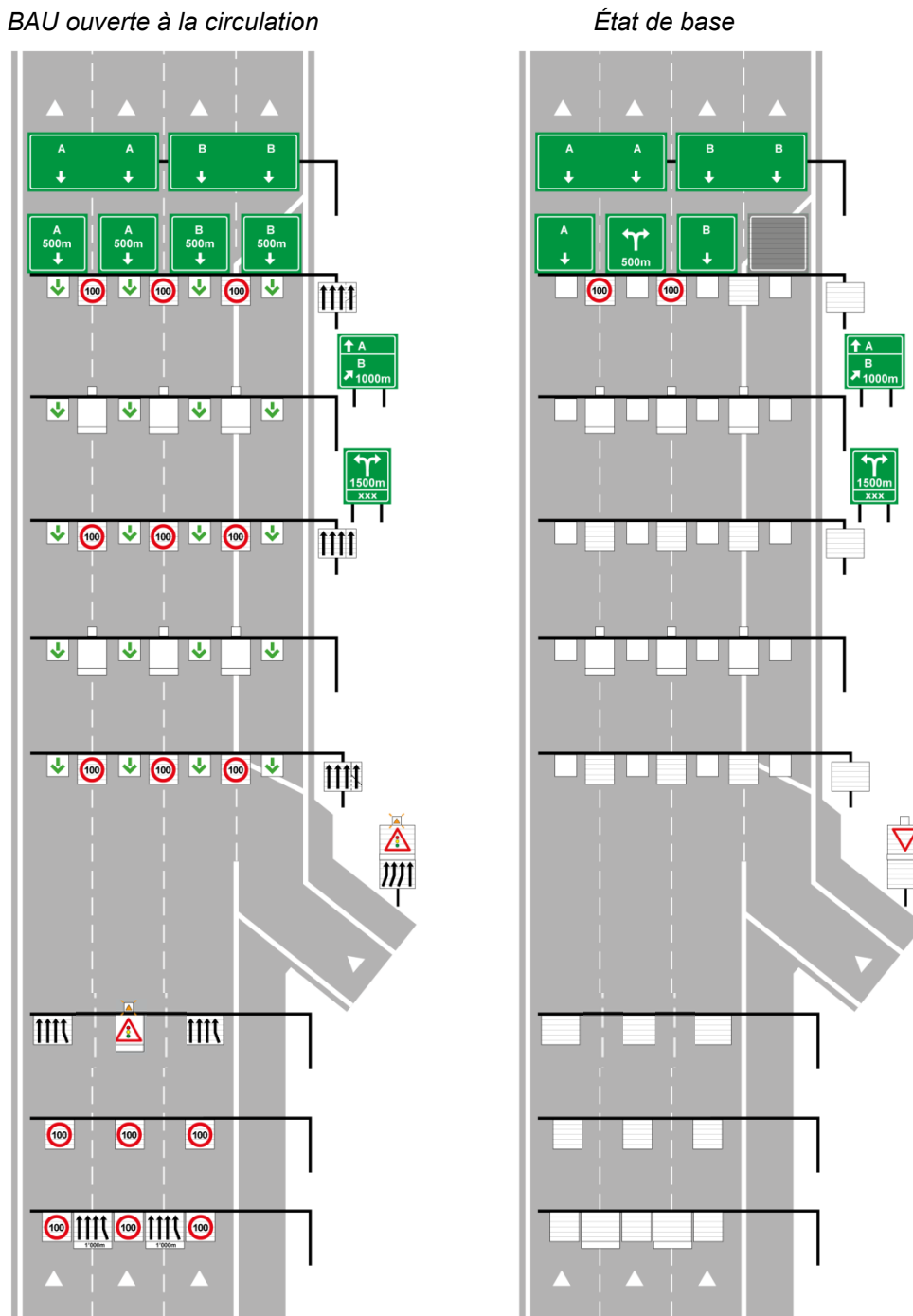


Fig. 6.11 Solution de base pour une chaussée à trois voies, jonction → échangeur : BAU ouverte à la circulation (g.) et état de base (d.).

En cas de réaffectation temporaire de la BAU sur un tronçon qui comptait initialement trois voies, il suffit de placer sur la droite les signaux indiquant la disposition des voies de circulation. La signalisation prescrite s'applique par analogie en cas de R-BAU entre un échangeur et une jonction.

6.3.6 Solution de base type 2 de R-BAU pour une chaussée à deux voies

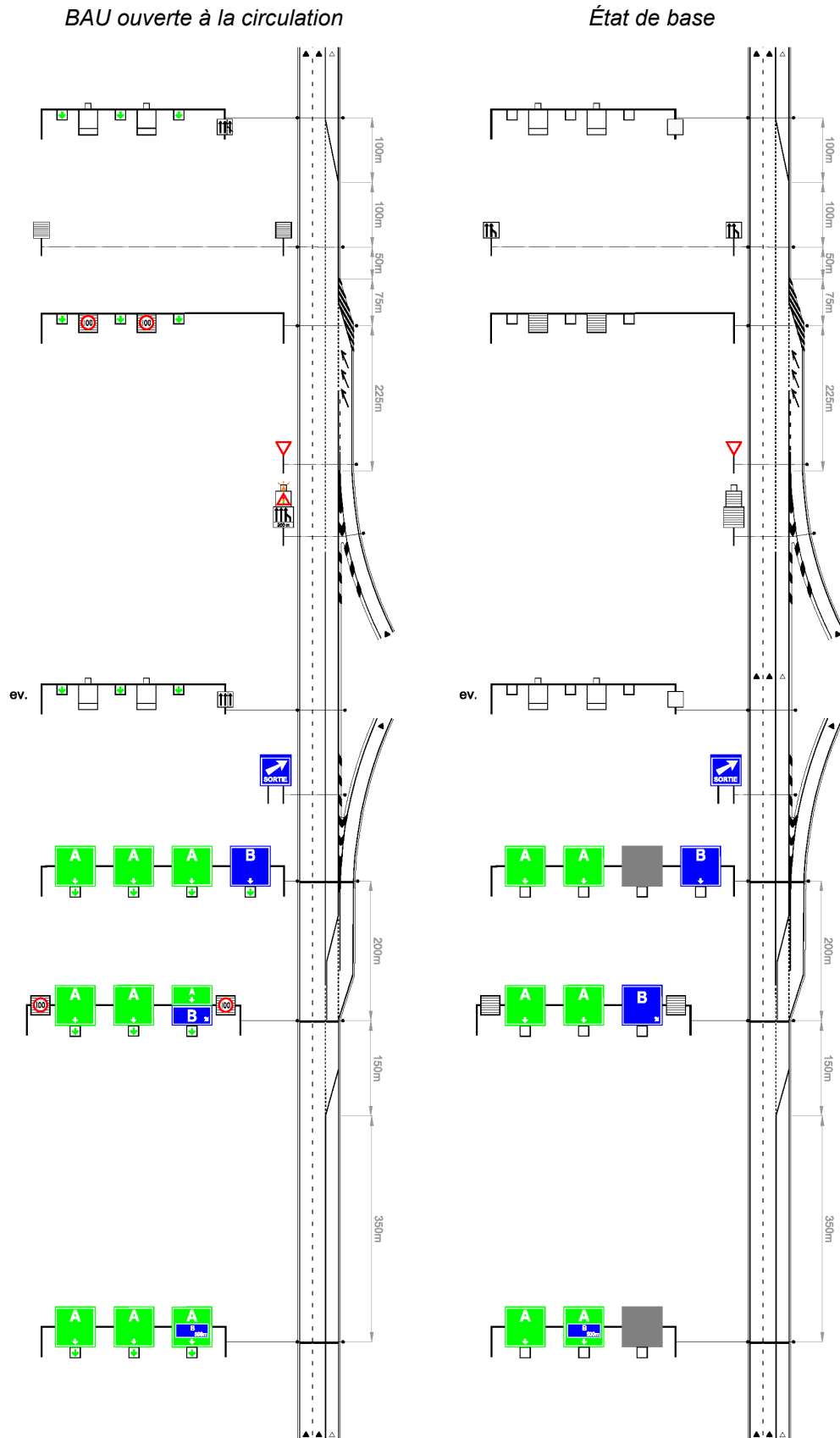


Fig. 6.12 Solution de base pour une R-BAU incluant la jonction : BAU ouverte à la circulation (g.) et état de base (d.).

6.4 Plans de feux standardisés

Parmi les plans de feux standardisés, on distingue les plans de feux pour la gestion du trafic (plans de feux VM) et ceux applicables en cas d'événements ou de travaux d'entretien. Lorsque la vitesse est déjà limitée, les plans de feux doivent être adaptés si la situation l'exige.

La numérotation des plans de feux est établie conformément aux prescriptions de la directive OFROU 15010 « Plans de feux – Régulation du trafic » [8].

6.4.1 Plans de feux pour la gestion du trafic

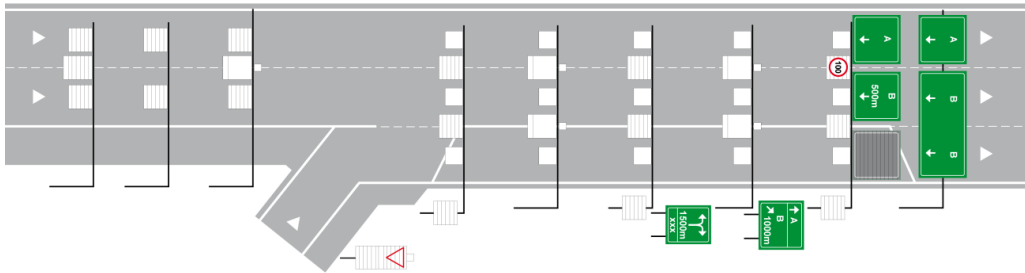


Fig. 6.13 00.1 État de base.

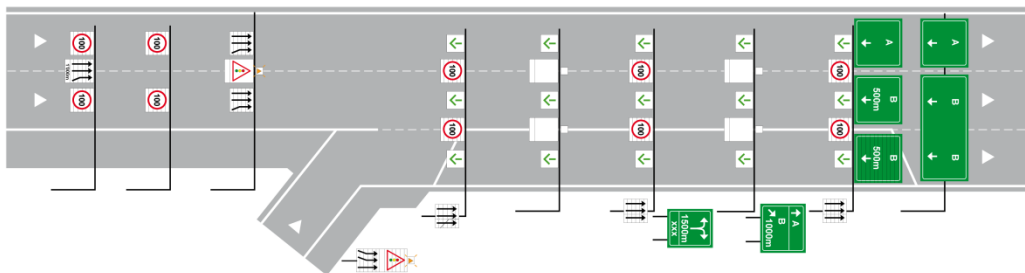


Fig. 6.14 76.1 R-BAU.

Les plans de feux « Gestion d'axe – V80 (73) » et « Gestion d'axe – V100 (74) » sont conçus conformément à la directive OFROU 15010 « Plans de feux – Régulation du trafic » [8]. La vitesse maximale autorisée est abaissée à 80 km/h ou 100 km/h.

6.4.2 Plans de feux en cas d'événements ou de travaux d'entretien

Pour ce qui est des plans de feux applicables en cas d'événements ou de travaux d'entretien, il y a lieu de faire une distinction en fonction du contexte existant avant la survenance de l'événement. Il convient de déterminer si la BAU était ouverte à la circulation ou non. Le recours aux FTV est une mesure de sécurité, activée manuellement par l'opérateur via des plans de feux prescrits.

Lors de la définition des plans de feux définitifs, il faut en outre veiller à ce que des plans de feux soient conçus pour les tronçons ou les installations.

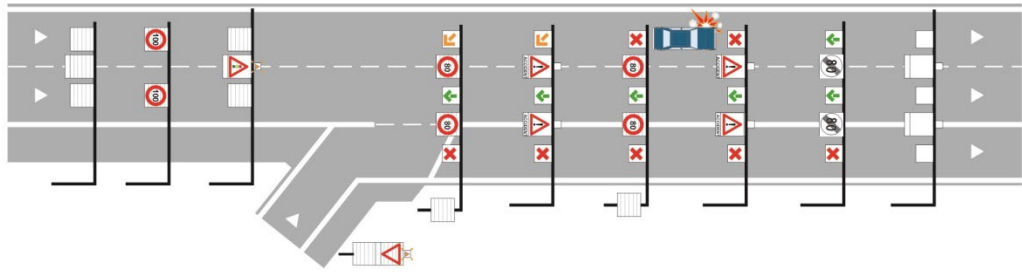


Fig. 6.15 33.1 BAU fermée : événement sur la voie de dépassement.

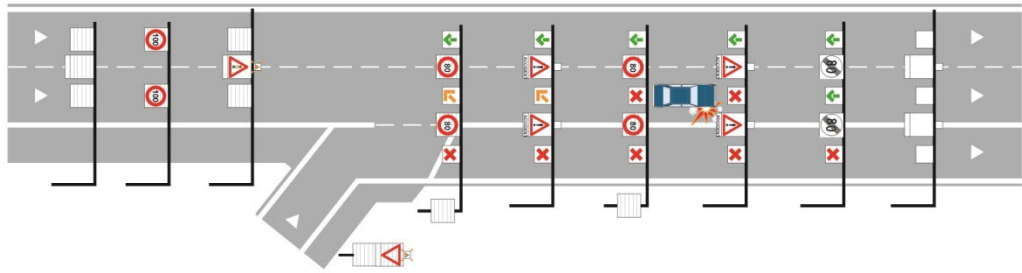


Fig. 6.16 33.2 BAU fermée : événement sur la voie normale.

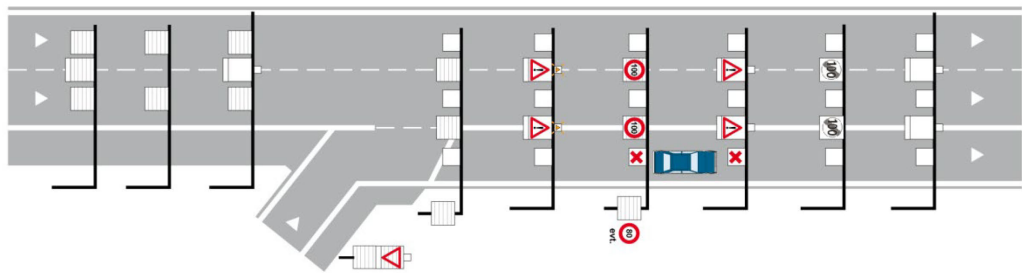


Fig. 6.17 33.3 BAU fermée : événement sur la BAU.

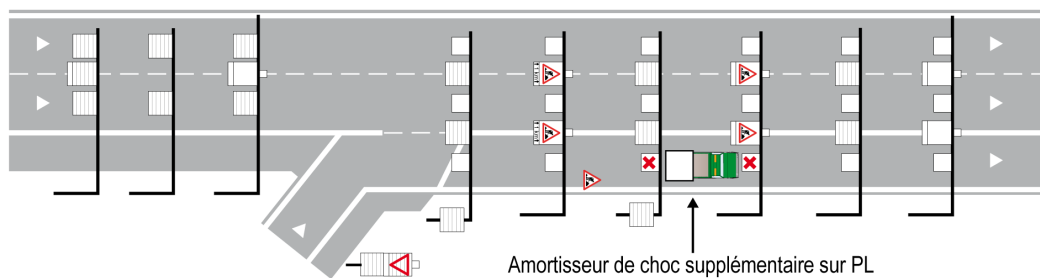


Fig. 6.18 33.4 BAU fermée : exploitation de la BAU lors de travaux d'entretien.

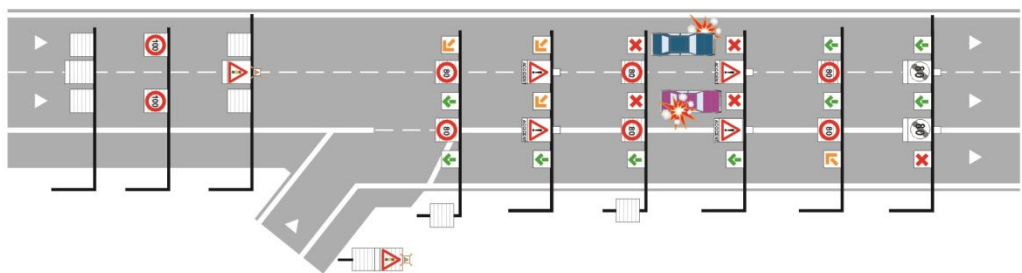


Fig. 6.19 33.5 BAU fermée : événement sur la voie normale et la voie de dépassement (exploitation locale de la BAU).

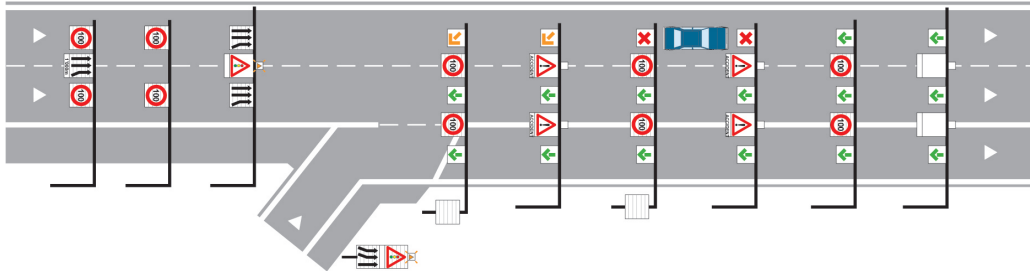


Fig. 6.20 33.1+76.1 BAU fermée : événement sur la voie de dépassement avec R-BAU.

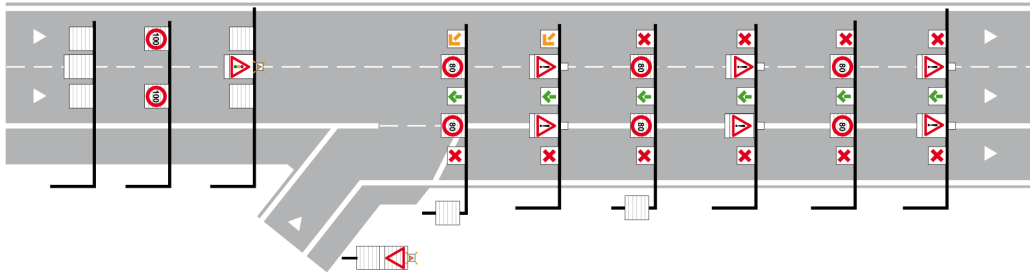


Fig. 6.21 35.1 BAU fermée : véhicule à contresens.

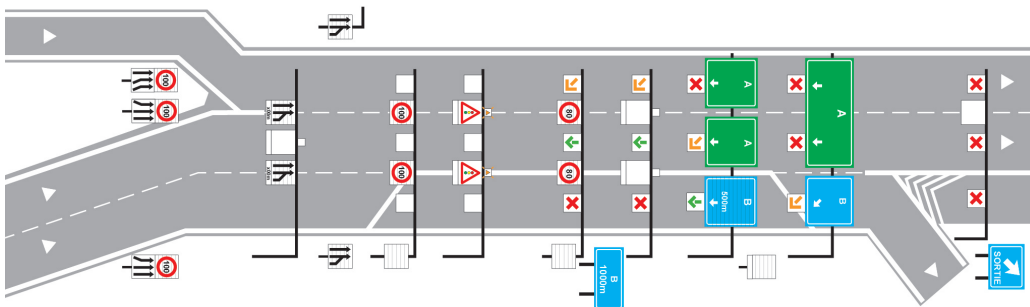


Fig. 6.22 36.1 BAU fermée : déviation.

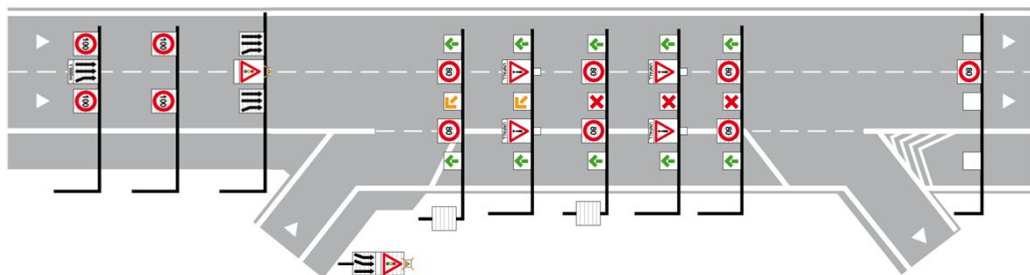


Fig. 6.23 76.2 BAU fermée : R-BAU pour la formation d'un couloir de secours avec indication du changement de voie.

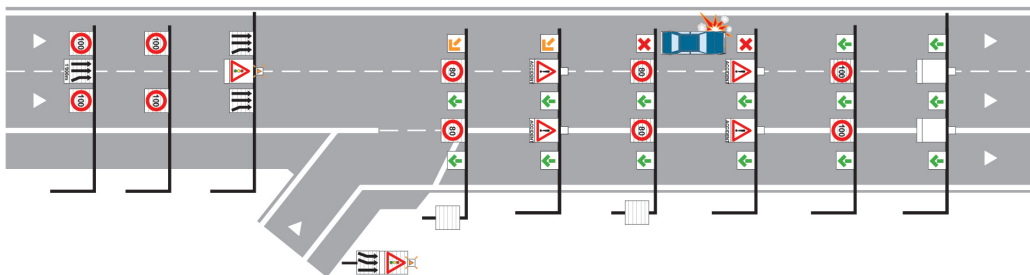


Fig. 6.24 33.11 BAU ouverte : événement sur la voie de dépassement.

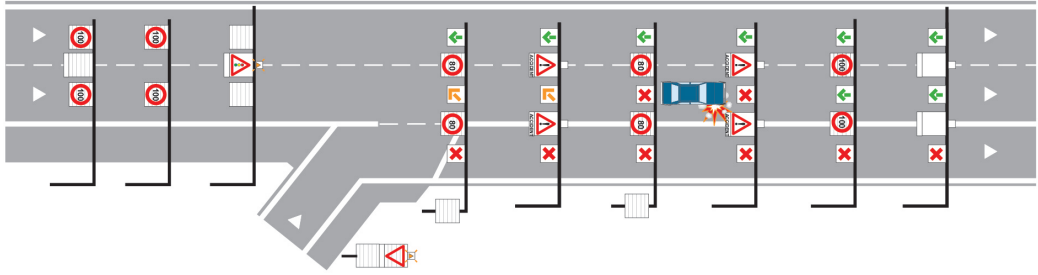


Fig. 6.25 33.12 BAU ouverte : événement sur la voie normale.

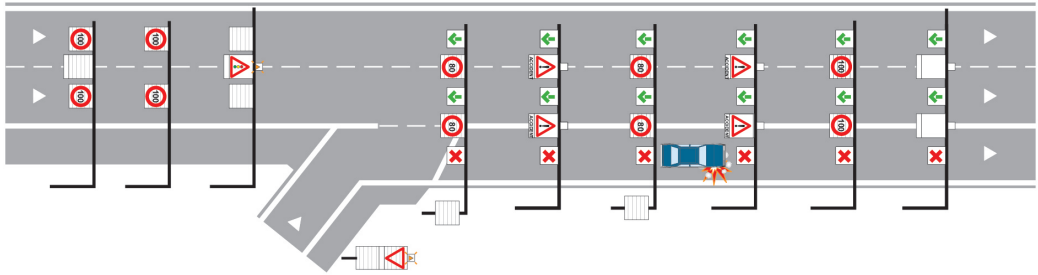


Fig. 6.26 33.13 BAU ouverte : événement sur la BAU.

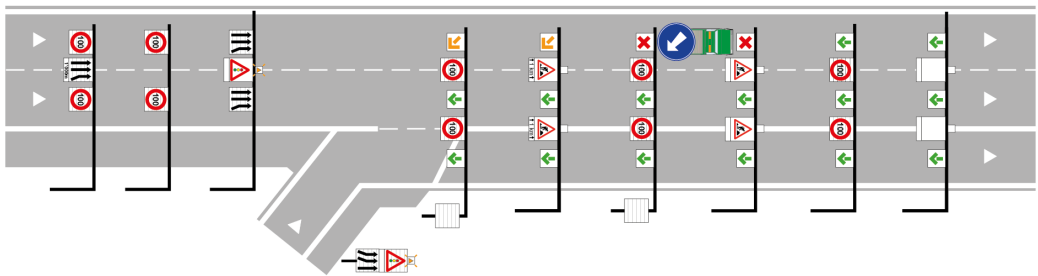


Fig. 6.27 33.7+76.1 BAU ouverte : exploitation de la voie de dépassement lors de travaux d'entretien.

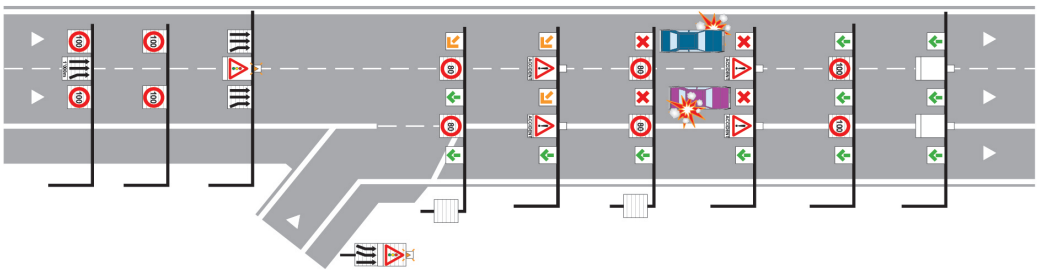


Fig. 6.28 33.15 BAU ouverte : événement sur la voie normale et la voie de dépassement.

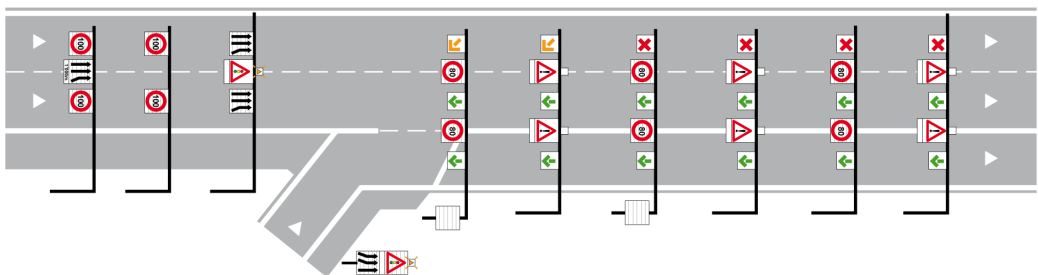


Fig. 6.29 35.2 BAU ouverte : véhicule à contresens.

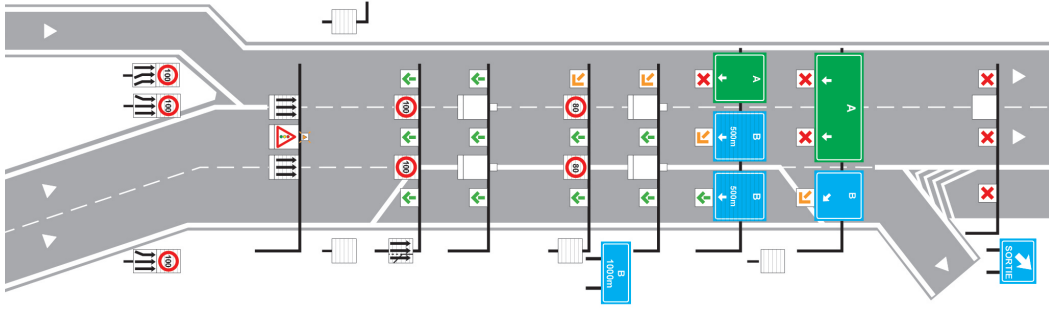


Fig. 6.30 36.2 BAU ouverte : déviation.

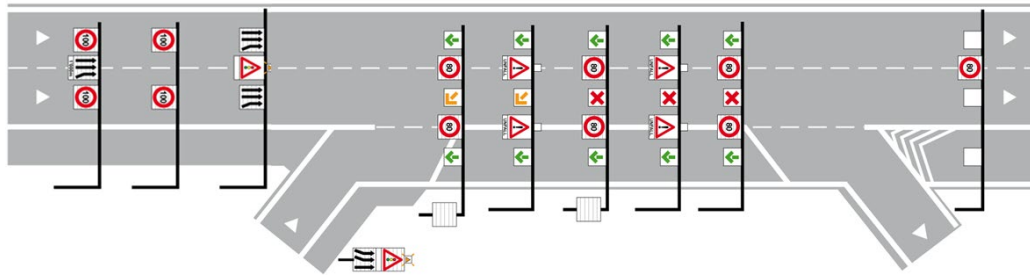


Fig. 6.31 76.2 BAU ouverte : couloir de secours avec indication du changement de voie.

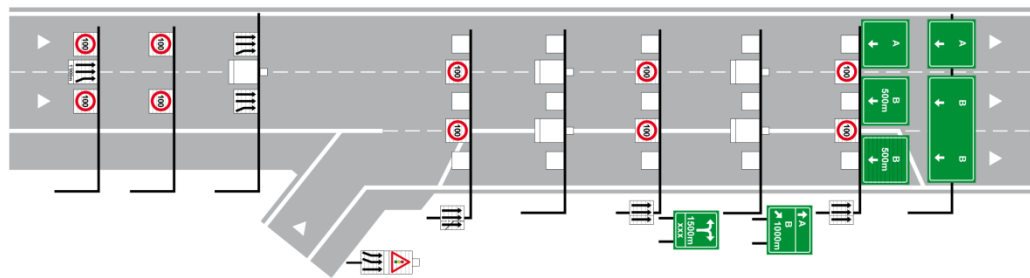


Fig. 6.32 76.3 BAU ouverte : panne de courant.

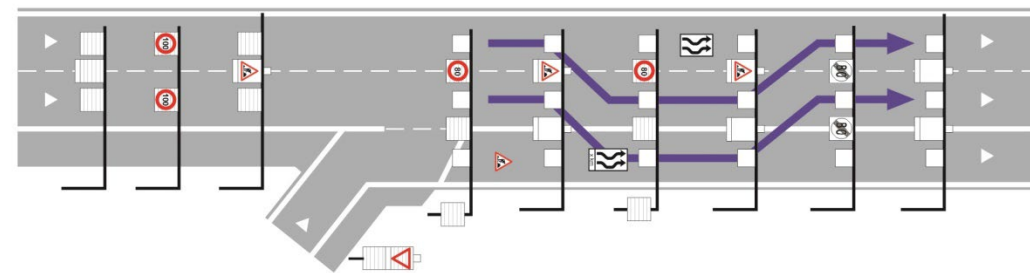


Fig. 6.33 Pour des raisons de sécurité, en cas de chantiers de courte durée, une signalisation locale de déplacement latéral (selon fig.) n'est pas recommandée. Il convient plutôt d'appliquer le plan de feux 33.7 + 76.1.

6.4.3 Procédures d'ouverture et de fermeture

Les procédures d'ouverture et de fermeture de la BAU sont conduites automatiquement (plans de feux VM). Les prescriptions de la directive OFROU 15010 « Plans de feux – Régulation du trafic » [8] s'appliquent aux autres plans de feux (exploitation de voies de circulation, réductions de vitesse).

Pendant les procédures d'ouverture et de fermeture, il faut en principe pouvoir activer directement les « plans de feux Sécurité».

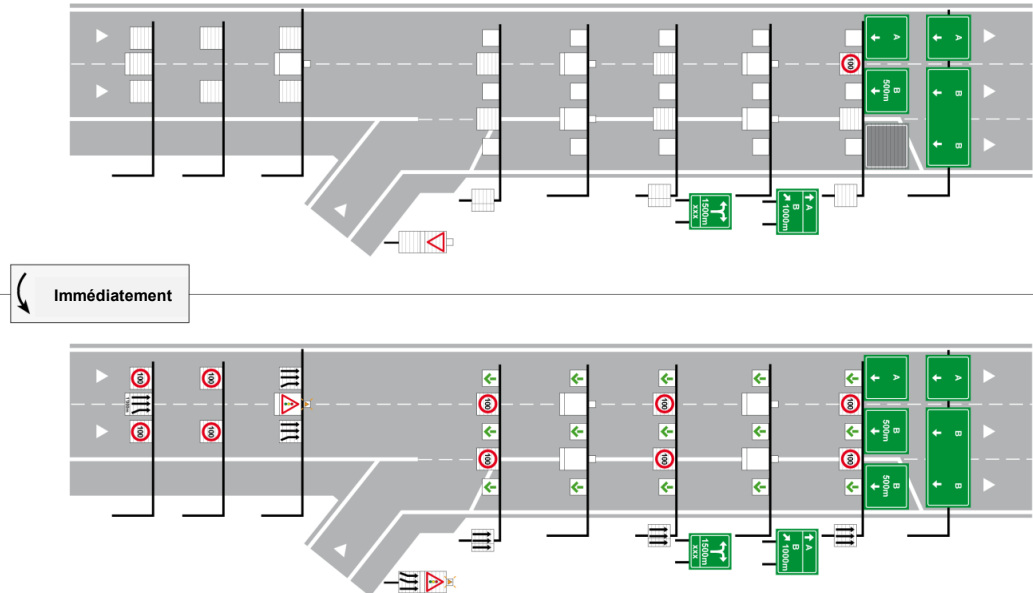


Fig. 6.34 Procédure d'ouverture de la BAU.

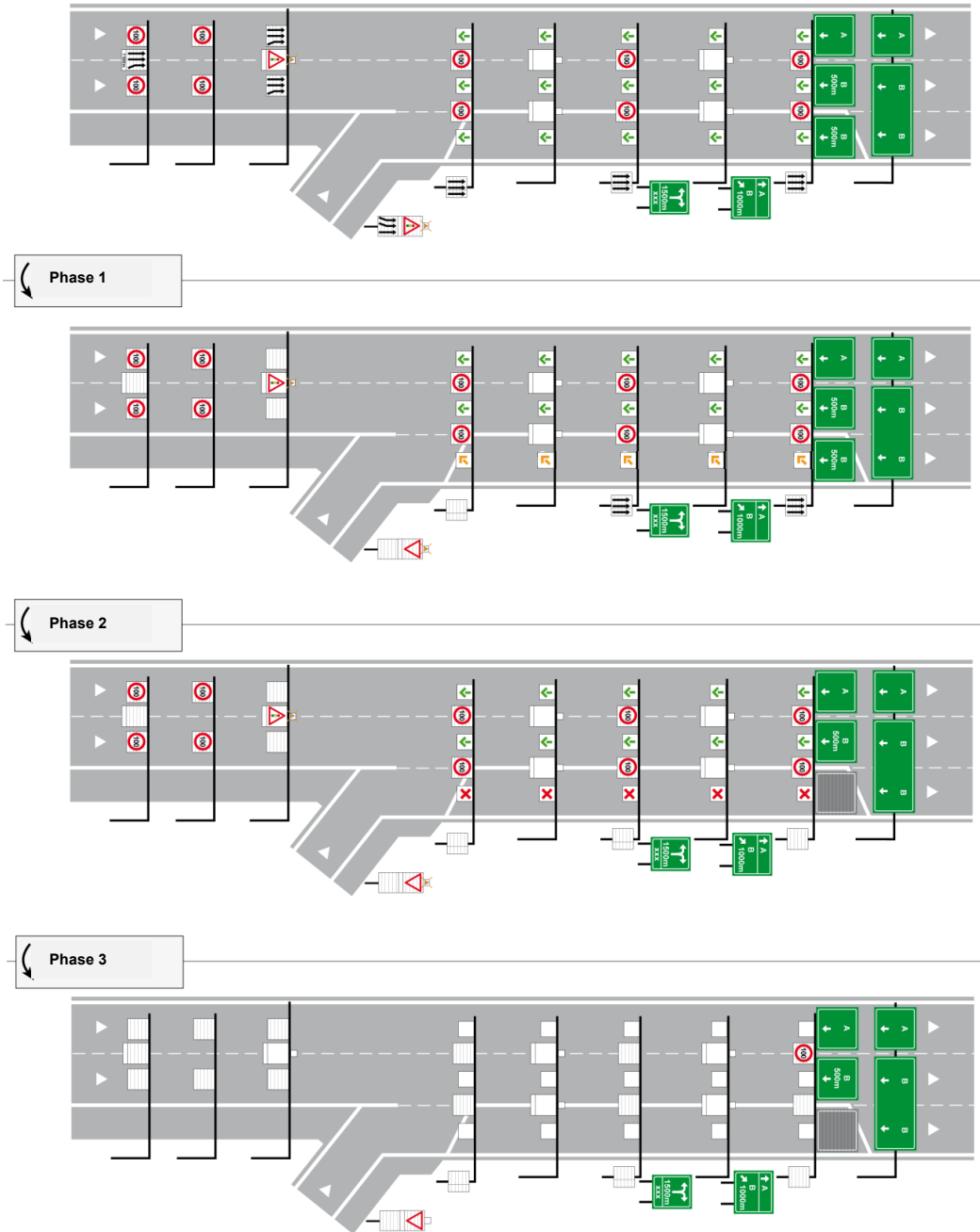


Fig. 6.35 Procédure de fermeture de la BAU.

6.5 Détection du trafic

Le dispositif d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger (HV-AD) à prévoir dans le cadre de la R-BAU englobe un système de saisie des données de trafic avec détection automatique des embouteillages. Les exigences de qualité du niveau d'équipement « HAUT » (solution de base) selon la directive OFROU 15003 « Gestion du trafic en Suisse (VM-CH) » [7] doivent être observées.

Surveillance de la fluidité du trafic

Le système de saisie des données de trafic à prévoir dans le cadre de R-BAU devra permettre de remplir les objectifs suivants :

- surveillance permanente des surcharges de trafic momentanées avec les valeurs seuils pour l'ouverture ou la fermeture de la BAU ;
- détection automatique des embouteillages.

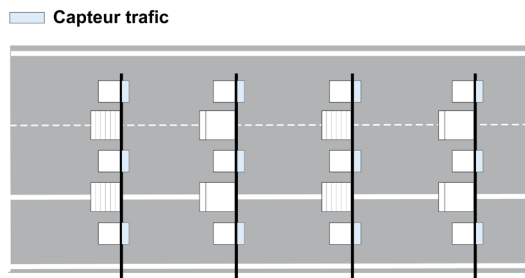


Fig. 6.36 Disposition des capteurs de trafic sur les portiques.

La saisie des données de trafic s'effectue au niveau de toutes les sections transversales (y compris la bande d'arrêt d'urgence).

Saisie des données de trafic pour les statistiques

Pour la saisie statistique des données de trafic (Vmon), il suffit en principe que le tronçon comporte un poste de comptage permettant une classification des véhicules conformément à la directive OFROU 13012 « Postes de comptage du trafic » [6]. Dans la zone du tronçon réaffecté, il faut tenir compte du fait que le poste de comptage doit également couvrir la BAU.

6.6 Surveillance du trafic

Les installations vidéo requises pour la surveillance du trafic en cas de réaffectation temporaire de la BAU sont utilisées conformément à la directive OFROU 13005 « Installations vidéo » [5].

Surveillance complète du trafic

Dans la solution de base, les installations vidéo doivent être disposées de manière à permettre une surveillance du trafic sur l'ensemble des voies de circulation du tronçon. Les opérateurs pourront ainsi surveiller en permanence la fluidité du trafic sur l'intégralité du tronçon avec R-BAU et déterminer le cas échéant le type de perturbation et son ampleur. Dans ce but et pour permettre un enregistrement ininterrompu des images, ainsi que pour des raisons de maintenance et d'entretien, il y a lieu de prévoir des caméras fixes pour l'ouverture de la BAU à la circulation.

Surveillance stratégique du trafic

Dans la solution minimale, les installations vidéo permettent la surveillance du trafic sur l'ensemble du tronçon avec R-BAU ainsi qu'en des points stratégiques pour la gestion de la R-BAU, par exemple dans le secteur des places d'arrêt d'urgence ou des entrées et sorties.

6.7 Vidéosurveillance et détection d'événements

6.7.1 Exigences générales

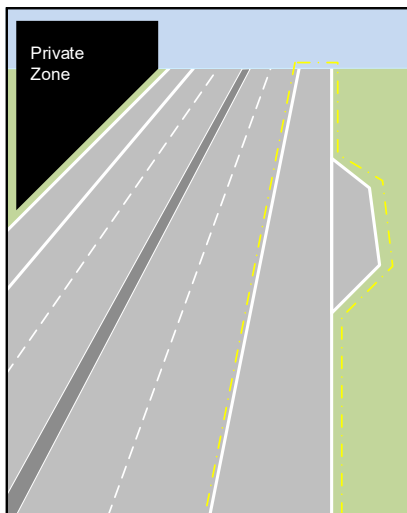
La vidéosurveillance et la détection d'événements permet à l'opérateur de contrôler la disponibilité de la BAU avant son ouverture à la circulation et, notamment, de vérifier qu'aucun objet ne s'y trouve. Si, en raison du manque de luminosité ou à cause des conditions météo, l'opérateur ne peut pas identifier avec certitude un objet dérangeant, il n'est pas autorisé à ouvrir la BAU à la circulation.

Pour qu'il reste possible d'ouvrir la BAU le matin ou le soir en hiver, il faut utiliser des caméras avec une haute sensibilité à la lumière. Le recours à des infrastructures supplémentaires (par ex. éclairage) doit être évité autant que possible.

Le processus d'ouverture de la BAU inclut un **contrôle visuel** de cette dernière. La résolution des images vidéo du secteur de la BAU utilisées dans ce cadre doit être suffisante pour permettre à leur utilisateur d'identifier des objets relativement petits.

Pour toutes les réaffectations temporaires de la BAU, la même procédure doit être suivie à la centrale de gestion du trafic, ou à la centrale régionale de gestion du trafic, à la centrale d'intervention et à la centrale de gestion de l'exploitation lorsqu'elles sont chargées de la gestion (délégation, exigences d'exploitation). C'est pourquoi il est important que l'interface utilisateur pour le processus d'ouverture de la BAU soit la même dans tous les systèmes de réaffectation temporaire de la BAU des routes nationales et qu'elle présente les mêmes fonctionnalités.

6.7.2 Exigences concernant l'image numérique



L'espace d'observation doit permettre la représentation d'un tronçon (droit) d'au moins 300 m de long et ayant jusqu'à quatre voies de circulation dans un sens de circulation, dans une qualité suffisante pour la surveillance du trafic. La même exigence s'applique par analogie aux tronçons non droits / en courbe, sur une longueur réduite en conséquence.

L'opérateur doit pouvoir reconnaître visuellement des objets relativement petits dans le secteur de la BAU et des places d'arrêt d'urgence (secteur entouré en jaune). Cette zone d'image en haute résolution ne doit pouvoir être utilisée que pour le processus d'ouverture de la BAU. En dehors de cette zone, la résolution doit permettre une surveillance du trafic sans infraction aux dispositions en matière de protection des données.

Fig. 6.37 Exigences concernant l'image numérique.

Les secteurs en dehors des tracés des routes nationales (zones privées) doivent être couverts en fonction des besoins ou rendus non identifiables.

6.7.3 Exigences concernant l'utilisation des images

Certaines zones d'image définissables (cadre rouge) doivent pouvoir être envoyées à plusieurs destinations par flux séparés, dans la qualité choisie (résolution, taux image) pour la surveillance du trafic.

Il doit aussi être possible de parcourir numériquement les zones d'image (cadre jaune) et de zoomer simultanément sur celles-ci pour observer si des objets se trouvent sur la BAU. Les trajets de ce type doivent pouvoir être commencés, interrompus et repris manuellement ou automatiquement à des vitesses variables.

À l'arrêt, il doit être possible de déplacer la fenêtre d'image et de zoomer sur celle-ci (analyse visuelle plus détaillée par l'opérateur).

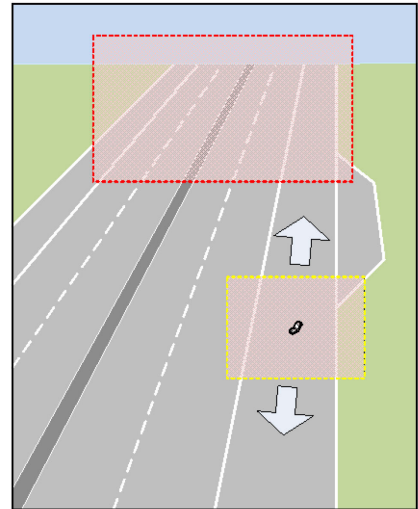


Fig. 6.38 Exigences concernant l'utilisation des images.

6.7.4 Exigences concernant la détection

Dans la mesure où une R-BAU peut s'étendre sur plusieurs kilomètres, le processus d'ouverture de la BAU peut durer plusieurs minutes. Pendant ce temps, il est possible qu'un événement survienne sur des sections qui avaient déjà fait l'objet d'un contrôle visuel de l'opérateur. C'est pourquoi les changements éventuels qui interviennent dans les secteurs déjà examinés doivent être détectés durant le processus.

La détection en question peut être effectuée par une analyse d'images ou au moyen d'un système séparé (radar, imagerie thermique, etc.). La surveillance visuelle requiert cependant des caméras. La détection au moyen de caméras doit être privilégiée pour des raisons économiques et opérationnelles si celles-ci satisfont aux exigences en matière de détection.

La détection peut être abandonnée si :

- la longueur totale du tronçon avec R-BAU ne dépasse pas 5 km ;
- un tronçon avec R-BAU plus long peut être ouvert à la circulation par sections de longueur inférieure à 5 km.

Étant donné que des caméras sont disponibles et qu'il est de toute façon nécessaire de surveiller aussi les places d'arrêt d'urgence, il faut décider en fonction des projets si une détection par caméras serait aussi judicieuse pour des tronçons avec R-BAU d'une longueur inférieure à 5 km.

Types de données

Pour que le processus d'ouverture de la BAU puisse aboutir, la BAU et les places d'arrêt d'urgence devront au moins avoir fait l'objet d'une détection du point de vue des « véhicules à l'arrêt », des « personnes » et des « objets » (cf. figure ci-après).

Les caméras utilisées pour la détection peuvent également servir pour d'autres tâches. Par exemple, elles peuvent être employées simultanément pour la surveillance du trafic et pour la détection d'événements en vue d'identifier des objets sur la BAU. Ainsi, il est possible de surveiller aussi les autres voies de circulation et de fournir d'autres informations utiles.

N°	Type de données	Exigence
Données de trafic		
1	Intensité du trafic	En fonction des projets
2	Vitesse	En fonction des projets
3	Densité du trafic	En fonction des projets
4	Temps de parcours	Non prévu
5	Voitures de tourisme / poids lourds	En fonction des projets
6	Catégories de véhicules	Non prévu
Evénements		
7	Véhicule à l'arrêt	Exigence de base pour la réaffectation temporaire de la BAU
8	Embouteillage	En fonction des projets
9	Véhicule à contresens	En fonction des projets
10	Objet (objets relativement petits)	Exigence de base pour la réaffectation temporaire de la BAU ; sensibilité réglable
11	Occupation de niches (places d'arrêt d'urgence)	Exigence de base pour la réaffectation temporaire de la BAU
12	Occupation de la BAU	Exigence de base pour la réaffectation temporaire de la BAU
13a	Incendie (tunnel)	Non pertinent
13b	Incendie (à ciel ouvert, portail)	Non prévu
14	Personne	Exigence de base pour la réaffectation temporaire de la BAU

Fig. 6.39 Types de données pour les systèmes de détection SN 671 973, chap. 7 [10].

Seule une personne habilitée doit pouvoir activer ou désactiver les détections par type de données et voie ou place d'arrêt d'urgence. Pour la BAU, il faut prévoir une commutation dynamique entre la détection relative à une voie de circulation et celle relative à la BAU. Le signal de commutation dépend d'une information externe (BAU ouverte / fermée à la circulation) et doit pouvoir être traité par un protocole standard (OPC-UA).

Qualité

Les notes de qualité doivent être données sur la base d'informations relatives à la météo, des conditions de luminosité et de renseignements internes au système, et indiquées à l'opérateur sur l'image active, par ex. au moyen d'un symbole de couleur, pour l'aider à évaluer le risque d'une ouverture de la BAU.

Les prescriptions applicables correspondent aux niveaux de qualité fixés par la norme SN 671 973, chap. 8 [10], qui s'appliquent par analogie.

Niveau de qualité	Qualité de l'image	Appréciation
1 (gris)	Pas d'image	Détection et contrôle visuel impossibles.
2 (rouge)	Très mauvaise	Détection impossible, contrôle visuel très difficile.
3 (orange)	Mauvaise	Détection possible avec une précision très réduite, contrôle visuel difficile.
4 (jaune)	Suffisante	Détection possible avec une précision peu réduite, contrôle visuel aisé.
5 (vert)	Bonne	Détection possible avec une précision spécifique, contrôle visuel aisé.

Fig. 6.40 Niveaux de qualité d'un système de détection.

6.7.5 Exigences concernant le processus d'ouverture de la BAU

Le processus d'ouverture de la BAU doit pouvoir être mené à bien par un opérateur dans le système de gestion du trafic. C'est pourquoi il doit être possible de le réaliser comme service web dans le système de gestion vidéo.



L'exécution du service web et la visualisation dans le système de gestion du trafic sont réalisés une seule fois pour tous les projets de R-BAU conformément aux exigences du système de gestion du trafic, aux « style guide » qui s'appliquent et doivent être coordonnées avec les responsables.

Les fonctionnalités de base du système local du système de gestion vidéo sont mentionnées ci-après à titre d'exemple :

Le passage entre les différentes caméras doit être possible, vers l'avant et vers l'arrière.

Les messages doivent être marqués pour pouvoir être traités et liquidés.

Les différents messages doivent pouvoir être sélectionnés et agrandis pour la vérification.

La BAU ne doit pas pouvoir être ouverte à la circulation tant que les messages n'auront pas tous été liquidés.

Fig. 6.41 Exigences concernant le processus d'ouverture de la BAU.

La touche de sélection reste marquée (en jaune) si un message n'a pas été traité sur une caméra située avant ou après.

La liste des messages permet d'accéder directement aux différents avertissements et images.

6.8 Procédure d'ouverture de la BAU

6.8.1 Déroulement général

L'ouverture (et la fermeture) de la BAU relèvent de la responsabilité opérationnelle de la centrale nationale de gestion du trafic (VMZ-CH). L'ouverture de la BAU se déroule en principe suivant les étapes suivantes :

- Une alarme informe l'opérateur qu'une surcharge de trafic se dessine ou que la valeur seuil pour l'ouverture de la BAU est atteinte ;
- Après avoir quittancé l'alarme, l'opérateur se concentre exclusivement sur la suite de la procédure d'ouverture de la BAU ; il ne doit en aucun cas exécuter une autre tâche ou activité en parallèle ;
- L'opérateur contrôle les données de trafic et la fluidité du trafic ;
- Il vérifie si les conditions météo et les conditions de route (neige, risque de verglas) permettent l'ouverture de la BAU et si les moyens d'exploitation nécessaires sont disponibles ;
- Il procède à un contrôle visuel de la disponibilité de la BAU ;
- Il lance la procédure d'ouverture de la BAU ;
- Il suit attentivement l'ensemble de la procédure d'ouverture jusqu'à l'état final.

Les procédures détaillées doivent en principe être développées dans le cadre du projet (par ex. définition des événements pouvant nécessiter l'interruption de la procédure d'ouverture).

6.8.2 Algorithme et valeurs seuils

- En principe, l'ouverture de la BAU (et sa fermeture) dépendent du trafic (pas de commande à heure fixe) ;
- La saisie de l'état du trafic local nécessaire à cet effet doit se faire en temps réel selon les prescriptions de la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [9] ;
- L'algorithme et les valeurs seuils doivent être fixés de manière à ce que l'ouverture de la BAU soit recommandée déjà lorsque le trafic est dense (circulation en files), avant que des ralentissements surviennent ou que des bouchons se forment. Autrement dit, la recommandation d'ouvrir une BAU doit se faire de manière anticipée car le volume de trafic peut augmenter très rapidement. Les exigences de la directive OFROU 15019 « Logique de régulation du trafic » [9] doivent être appliquées ;
- Les valeurs seuils doivent toujours être calibrées sur place, à l'aide des spécificités locales ainsi sur la base des caractéristiques du trafic (par ex. part de PL). L'algorithme devrait en outre tenir compte de l'incidence des intempéries, susceptibles d'influencer le comportement des conducteurs ;
- Pour éviter tout « flottement » dans la régulation, il faut que les conditions des valeurs seuils soient satisfaites pendant plusieurs intervalles de mesure consécutifs (hystérésis) ;
- L'analyse des données de trafic pour l'harmonisation des vitesses et l'avertissement de danger (HV-AD) s'effectue en parallèle et indépendamment de l'ouverture de la BAU.

7 Entretien et exploitation

7.1 Dispositif en cas d'accident et de secours

La réaffectation permanente ou temporaire de la BAU complique l'accès des véhicules de la police et des services d'intervention sur les lieux d'un événement. L'espace disponible pour la création d'un couloir de secours est limité. Pour cette raison, il y a lieu de prévoir, pour chaque projet de R-BAU, un dispositif en cas d'accident et de secours afin de garantir une intervention rapide et sûre des services concernés. Un tel dispositif peut par exemple englober parmi ses mesures le plan de feux « Corridor de secours », suivant lequel des FTV dévient les véhicules de la voie normale à la BAU afin qu'ils libèrent un corridor de secours.

Pour chaque projet de réaffectation, un rapport de sécurité apportant la preuve que les exigences en la matière sont satisfaites doit être établi. Ce document doit aussi démontrer que les exigences fixées en matière de prévention des accidents majeurs conformément à l'art. 3 de l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (ordonnance sur les accidents majeurs ; OPAM) [3] sont respectées.

7.2 Exigences de l'entretien et de l'exploitation

L'ouverture de la BAU complique les travaux d'entretien. Les mesures de sécurisation du lieu de travail sont plus importantes, et une protection physique de celui-ci est impérative. Sur les tronçons avec R-BAU, le risque que des véhicules circulent sur la BAU alors qu'elle est fermée à la circulation augmente.

Les travaux d'entretien doivent être regroupés autant que possible dans l'espace et dans le temps. Leur organisation et leur planification sont soumises à des exigences très rigoureuses. Lorsque la R-BAU est temporaire, les travaux d'entretien doivent être prévus pendant les périodes où la BAU n'est pas utilisée comme voie de circulation. L'expérience montre que, pour être suffisantes, ces périodes doivent durer au moins six heures.

La question de l'entretien revêt une grande importance dans la planification et la conception de R-BAU. Le service d'entretien doit être impliqué dès la planification. Une disposition et un aménagement appropriés des places d'arrêt d'urgence ainsi qu'une signalisation adéquate (par ex. FTV) peuvent faciliter considérablement l'entretien.

Dans le cadre des projets de réaffectation, il faut tenir compte des besoins du service hivernal (déneigement, remblais de neige), en particulier si les projets concernent des régions d'altitude fortement enneigées, dont les chaussées sont fréquemment recouvertes de neige en hiver et parfois verglacées, surtout sur les ponts. Dans ces régions, la BAU est aussi utilisée pour le déneigement et le montage des chaînes à neige. C'est pourquoi son utilisation comme voie de circulation peut être restreinte durant les mois d'hiver.

7.3 Exigences posées à l'équipement d'exploitation et de sécurité

Lorsqu'un tronçon autoroutier est équipé d'un système d'ouverture temporaire de la BAU, les usagers de la route partent du principe que celle-ci est disponible sitôt que le trafic est dense. Si tel n'est pas le cas, des embouteillages se forment rapidement et le risque d'accident augmente.

Pour que la BAU puisse toujours être ouverte à la circulation en cas de volume de trafic important, certains éléments doivent absolument être disponibles, notamment les caméras vidéo, les capteurs de détection des embouteillages ainsi que les moyens de signalisation.

D'une part, il est nécessaire de définir le degré de défaillance maximal des différentes

parties d'installation à partir duquel une ouverture de la BAU n'est plus possible pour des questions de sécurité. D'autre part, il faut déterminer le temps d'intervention pour le remplacement des composants défectueux. Ces deux paramètres ont des incidences sur la gestion du stock de pièces de rechange et sur les accords contractuels passés entre l'exploitant de la route et le fournisseur de système.

Afin de permettre le contrôle de la disponibilité de la BAU avant son ouverture à la circulation dans toutes les conditions météorologiques, il y a lieu d'examiner, dans le cadre du projet, la nécessité de disposer d'un système de détection anticipée du verglas.

7.4 Monitoring

Pour chaque projet de R-BAU, une analyse avant-après livre des informations complémentaires sur l'efficacité de la mesure. L'étendue de l'analyse dépend du type de R-BAU et de son mode d'exploitation ainsi que des objectifs formulés au début du projet.

En cas de réaffectation permanente de la BAU, l'analyse avant-après doit englober les aspects suivants :

- Capacité et niveau de service ;
- Accidentologie (fréquence des accidents, déplacement des lieux d'accident, etc.) ;
- Fréquence des pannes, occupation des places d'arrêt d'urgence ;
- Fréquence et heures des embouteillages ;
- Changements de voies de circulation ;
- Répartition des véhicules sur les diverses voies de circulation ;
- Respect de l'interdiction de dépasser pour les camions sur la voie extérieure de gauche ;
- Respect de la réglementation de vitesse adaptée (durablement) ;
- Effets sur le réseau secondaire.

En cas de réaffectation temporaire de la BAU, les aspects ci-après doivent aussi être pris en considération :

- Périodes d'activation de la R-BAU ;
- Utilisation irrégulière de la BAU fermée à la circulation ;
- Répartition des véhicules sur les diverses voies de circulation lorsque la BAU est ouverte à la circulation ;
- Observation de la vitesse maximale réduite lorsque la BAU est ouverte à la circulation.

Glossaire

Notion/Abréviation	Signification
BAU	Bande d'arrêt d'urgence
FTV	Système de feux de fermeture temporaire des voies
HV-AD	Harmonisation des vitesses et avertissement de danger
OCR	Ordonnance sur les règles de la circulation routière
OFROU	Office fédéral des routes
OPC-UA	Protocole standard pour la transmission d'informations entre systèmes d'équipements d'exploitation et de sécurité (EES)
OSR	Ordonnance sur la signalisation routière
PL	Poids lourds
R-BAU	Réaffectation de la bande d'arrêt d'urgence
Réaffectation permanente de la BAU	La BAU peut être utilisée comme voie de circulation en tout temps, c'est-à-dire 24h/24, 7j/7, 365 jours par an. La mesure peut être utilisée de manière illimitée dans le temps ou à titre de solution transitoire jusqu'à un élargissement à six voies ou plus, sans compter la bande d'arrêt d'urgence.
Réaffectation temporaire de la BAU	L'ouverture de la BAU à la circulation dépend du volume de trafic ou du plan de feux (par ex. chantier). En dehors de la période d'ouverture, la BAU est fermée à la circulation et reste utilisable dans sa fonction originelle (en cas de panne, de travaux d'entretien, etc.).
RGD	Route à grand débit
SN	Norme suisse
Taux d'image	Indication relative au nombre de bits (0 ou 1) transmis dans le réseau informatique
TJM	Trafic journalier moyen
Type de données	Type d'analyse d'image (détection) selon les normes SN 671 972 et SN 671 973
VSS	Association suisse des professionnels de la route et des transports

Bibliographie

Ordonnances

-
- [1] **Ordonnance sur les règles de la circulation routière (OCR)**, RS 741.11, www.admin.ch.
-
- [2] **Ordonnance sur la signalisation routière (OSR)**, RS 741.21, www.admin.ch.
-
- [3] **Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)**, art. 3, RS 814.012, www.admin.ch
-

Instructions et directives de l'OFROU

-
- [4] Office fédéral des routes OFROU (2002), « **Profils types, aires de repos et de ravitaillement des routes nationales** », Directive OFROU 11001, www.astra.admin.ch.
-
- [5] Office fédéral des routes OFROU (2012) « **Installations vidéo** », Directive OFROU 13005, V1.00, www.astra.admin.ch.
-
- [6] Office fédéral des routes OFROU (2009) « **Postes de comptage du trafic** », Directive OFROU 13012, V1.06, www.astra.admin.ch.
-
- [7] 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.
-
- [8] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Plans de feux – Régulation du trafic** », Directive OFROU 15010, V1.01 (en allemand, version française en préparation), www.astra.admin.ch.
-
- [9] 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.
-
- [10] Office fédéral des routes OFROU (2011), *Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann* « **Gestaltung und Ausrüstung von Anschlüssen an das Nationalstrassennetz** », Dokumentation ASTRA 85006, www.astra.admin.ch.
-

Normes

-
- [11] 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, www.snv.ch.
-
- [12] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1992), « **Projet, bases ; type de route : routes à grand débit** », SN 640 041, www.snv.ch.
-
- [13] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2001), « **Projets, bases ; distances de visibilité** », SN 640 090b, www.snv.ch.
-
- [14] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1995), « **Tracé ; pentes transversales en alignement et dans les virages, variation du dévers** », SN 640 120, www.snv.ch.
-
- [15] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2005), « **Tracé ; voies additionnelles en rampe et en pente** », SN 640 138b, www.snv.ch.
-
- [16] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1998), « **Carrefours ; carrefours dénivelés** », SN 640 261, www.snv.ch.
-
- [17] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1999), « **Gestion des transports ; système de feux de fermeture temporaire des voies (FTV)** », SN 640 802, www.snv.ch.
-
- [18] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2010), « **Gestion du trafic sur autoroutes et semi-autoroutes ; signaux variables** », SN 640 803, www.snv.ch.
-
- [19] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1998), « **Signaux routiers ; indicateur 'Disposition des voies de circulation'** », SN 640 814b, www.snv.ch.
-
- [20] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2009), « **Marquages ; disposition sur les autoroutes et semi-autoroutes** », SN 640 854a, www.snv.ch.
-

Liste des modifications

Edition	Version	Date	Modifications
2023	2.33	06.09.2023	Modification rédactionnelle au chap. 5.2.2.
2013	2.32	01.06.2020	Modifications dans le cadre de la publication de la directive ASTRA 15019.
2013	2.31	13.11.2017	Adaptations formelles selon le SSI.
2013	2.30	01.10.2015	Remaniement des chap. 6.6 et 6.7.
2013	2.10	18.06.2014	Adaptations formelles d'après SFS.
2013	2.00	01.09.2013	Entrée en vigueur de l'édition 2013. <ul style="list-style-type: none"> • Nouveau titre de la directive ; Remaniement complet du contenu.
2007	1.30	20.02.2013	Correction de la traduction française. Dans la version allemande, remplacement de « <i>Standstreifen</i> » par « <i>Pannestreifen</i> » (une traduction de la référence de 89008), correction formelle.
2007	1.20	05.09.2008	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle maquette. • Texte et figures du chap. 6.3.
2007	1.10	01.01.2007	Entrée en vigueur de l'édition.

