

Voies réservées – Convention citoyenne pour le climat

Expérimentation de voies réservées au covoiturage et à certaines catégories de véhicules sur voies structurantes d'agglomération

Conception

Scénario 3

**Voie réservée à horaires d'ouverture prédéfinis
par mobilisation de la voie de gauche,
avec VRTC à droite**

Fiche n° 04 - Octobre 2021

La présente fiche complète les référentiels techniques de conception pour les voies réservées au covoiturage et à d'autres catégories de véhicules (VR2+) à horaires d'ouverture pré-définis, gérées de manière non dynamique par mobilisation de la voie de gauche, **sur des sections comportant déjà, sur toute ou partie de leur longueur, une VRTC aménagée sur l'ancien espace de la BAU**. Cette fiche est applicable sur les infrastructures à chaussées séparées comportant trois voies de circulation au moins (hors VRTC), exploitées à 90 km/h ou 110 km/h, assurant des fonctions de voies structurantes d'agglomération, qu'elles aient été conçues initialement avec le référentiel VSA 90/110¹ ou non.

Elle peut s'appliquer sur les infrastructures dont les aménagements ont pour référentiel technique initial le guide ICTAAL². Toutefois, certaines considérations (exigences particulières en matière de niveau de service, cohérence sur l'itinéraire ou vis-à-vis de la hiérarchie des réseaux) peuvent conduire le maître d'ouvrage à déroger à la présente fiche, en conservant certaines dispositions du guide ICTAAL qu'il estime nécessaire. Il s'agit alors pour lui d'assumer les éventuelles conséquences de ces dérogations.

Pour la conception d'éléments du projet dont les règles ne figurent pas dans la présente fiche, le référentiel de conception de l'infrastructure s'appliquera (VSA 90/110, VRTC³ ou ICTAAL notamment).

Les règles d'aménagement sont définies, considérant que les véhicules de transport de marchandises de plus de 3,5 tonnes ne sont pas autorisés à circuler sur la VR2+, quel que soit leur nombre d'occupants.

Dans la suite du document, les termes « ouverture » et « fermeture » renvoient aux définitions suivantes :

- **ouverture de la VR2+** : réservation de la voie de gauche aux véhicules de transport en commun, aux taxis, aux véhicules transportant un nombre minimal d'occupants, dont ceux utilisés pour le covoiturage, et aux véhicules à très faibles émissions ;
- **fermeture de la VR2+** : fin de la réservation de la voie de gauche, qui est alors ouverte à tous les véhicules.

1 Cerema. *Voies structurantes d'agglomération – Conception des voies à 90 km/h et 110 km/h*. 2015

2 Cerema. *ICTAAL – Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison*. 2015 mise à jour en 2021.

3 Cerema. *Voies structurantes d'agglomération – Aménagement des voies réservées aux services réguliers de transports collectifs*. 2019

1. Contexte et rappel des scénarios

La Convention citoyenne pour le climat (CCC) avait pour mandat de « définir une série de mesures permettant d'atteindre une baisse d'au moins 40 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 (par rapport à 1990), dans un esprit de justice sociale ». La proposition SD-A2.4 de la CCC est de « généraliser les aménagements de voies réservées aux véhicules partagés et aux transports collectifs sur les autoroutes et voies rapides » desservant une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m). Cette proposition, qui est reprise dans l'article 124 de la loi « Climat et résilience », doit accélérer le déploiement de telles voies à l'échelle nationale, dans les 3 prochaines années.

Afin de proposer aux gestionnaires routiers la mise en œuvre de cette mesure, la Direction des infrastructures de transport a sollicité le Cerema pour présenter des éléments de méthode et des recommandations techniques pour ces voies réservées expérimentales sur autoroutes et routes express, éléments complémentaires au guide⁴ publié en 2020 relatif à l'aménagement de voies réservées au covoiturage et à d'autres catégories de véhicules sur les routes à 2x3 voies ou plus (guide VR2+).

Dans ce cadre, le Cerema produit une série de documents portant respectivement sur :

- l'opportunité et la pré-faisabilité (fiche 1);
- la conception (fiches 2 à 5);
- l'évaluation (fiche 6).

Le présent document fait partie intégrante du recueil de fiches relatives à l'aménagement de ces VR2+ expérimentales. Chaque document de ce recueil porte sur un scénario d'aménagement (scénarios 1 à 4). La fiche sur l'opportunité et la pré-faisabilité de VR2+ expérimentales propose un ensemble de quatre scénarios, rappelés ci-dessous, avec les impacts attendus a priori.

Scénarios	Type d'aménagement		Impacts			
	VR2+ VRTC Point dur en aval		Arrêt d'urgence et interventions	Congestion	Efficience de la VR2+	Facilité de mise en œuvre
1	Voie réservée à horaires d'ouverture prédéfinis par mobilisation de la voie de gauche					
2	Voie réservée permanente à gauche avec suppression de la BAU					
3	Voie réservée à horaires d'ouverture prédéfinis par mobilisation de la voie de gauche, avec VRTC à droite					
4	Voie réservée permanente à droite avec suppression de la BAU					

Tableau de synthèse des scénarios proposés

4 Cerema. *Voies Structurantes d'Agglomération - Aménagement des voies réservées au covoiturage et à certaines catégories de véhicules*. 2020

2. Principes de conception

2.1 Objectifs des études de conception

Les études menées au stade de l'opportunité et de la pré-faisabilité avaient pour objectif de définir des tronçons pertinents pour l'aménagement de VR2+ expérimentales et d'en examiner les principes d'aménagement possibles. Elles permettent de conclure sur un scénario d'aménagement à privilégier.

Les éléments étudiés sont rappelés sommairement :

- **sur l'opportunité** : localisation de la VR2+, estimation de l'extension de la zone de congestion, détermination de la plage horaire d'ouverture de la VR2+ limitant le risque de déficit de la capacité des voies de circulation générale ;
- **sur la pré-faisabilité** : comparaison d'exemples de profil en travers avec les largeurs disponibles, localisation des sections pouvant présenter des problèmes de visibilité en courbe, vérification de la structure de chaussée sous BAU.

L'objectif des études de conception est d'étudier en détail le scénario d'aménagement, en vue de l'établissement des dossiers de niveau Avant-projet et Projet (ou de niveau demande de principe pour les autoroutes concédées)⁵. La présente fiche donne notamment la méthodologie pour mener les études de trafic complémentaires, et les règles de l'art en matière de signalisation et de conception géométrique⁶ :

- **trafic** : affinement de la plage horaire d'ouverture, évaluée sur deux jours de référence (jour fort et jour faible) et en intégrant les échanges intermédiaires. Si une campagne de mesure des véhicules autorisés – comprenant le comptage du nombre d'occupants dans les véhicules - (demandée lors de l'établissement de l'état zéro pour les besoins de l'évaluation a posteriori) a été menée, le taux de véhicules autorisés est ajusté en tant que de besoin ;
- **signalisation et conception géométrique** : implantation de la signalisation prenant en compte la signalisation existante et la largeur disponible en terre-plein central, conception du profil en travers y compris les éventuelles réductions nécessaires, aménagements spécifiques au niveau des échangeurs intermédiaires, vérification des visibilités, étude spécifique des points singuliers le cas échéant, etc.

2.2 Description et domaine d'emploi du scénario 3

Le scénario 3 consiste en la réservation d'une voie de circulation générale – la voie de gauche – à des horaires d'ouverture prédéfinis. En dehors de ces périodes, la voie est à nouveau ouverte à la circulation générale.

En parallèle, la VRTC existante est conservée à droite, sur l'ancien espace de la BAU. Elle est ouverte de manière permanente à la circulation des véhicules des services réguliers de transport public collectifs dûment autorisés par l'autorité de police de la circulation.

Point de vigilance

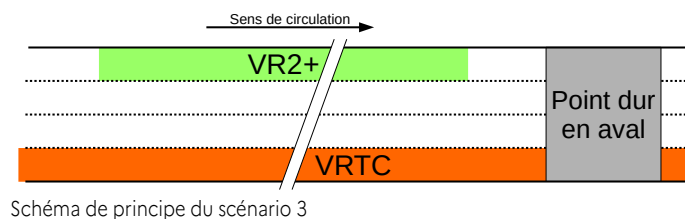
Dans certains cas, la conservation de la VRTC pré-existante pourrait être interrogée, notamment si la largeur disponible est incompatible avec les exigences de largeur fixées pour deux voies réservées en parallèle. Dans le cadre de l'expérimentation, la mutualisation des voies réservées en une seule voie – une VR2+ – pourrait être envisagée. Le choix pourrait ainsi porter sur le scénario 1 ou le scénario 2. Cependant, il conviendra d'examiner l'impact sur le fonctionnement des lignes de transport collectif.

⁵ Pour les opérations sur le réseau routier national (RRN) non concédé, les dossiers d'Avant-projet et de Projet sont définis au chapitre 3.10.3.3 de l'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – version en vigueur. Pour les opérations sur le RRN concédé, le dossier de demande de principe est défini par la circulaire du 27 octobre 1987 modifiée, relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées.

⁶ Selon les besoins de l'opération, d'autres volets techniques feront l'objet d'études approfondies (chaussée, assainissement, ouvrages d'art, environnement, etc).

La VR2+ est ouverte en général pendant la période de pointe du lundi au vendredi (avec des panneaux indiquant des horaires d'ouverture). La vitesse limite autorisée (VLA), sur l'ensemble des voies hors VRTC, est de **90 km/h ou 110 km/h (voire 70 km/h selon les contraintes de profil en travers ou la localisation du projet)**, **sauf pendant la période d'ouverture de la VR2+, où elle est de 50 km/h. La vitesse limite autorisée sur la VRTC est fixée à 70 km/h ou 50 km/h de manière permanente, conformément aux dispositions du guide VRTC.**

Ce scénario, possible uniquement pour une section à trois voies ou plus (hors VRTC), constitue une variante de l'aménagement présenté en scénario 1.



2.3 Contraintes imposées par le scénario 3

Sensibilité des horaires

La réussite de l'expérimentation de la VR2+ dépend notamment des plages d'ouverture définies lors des études. En effet, comme la gestion de la VR2+ n'est pas dynamique, une ouverture ou une fermeture prématurée ou tardive peut induire des dysfonctionnements sur la section et à ses abords. Les études de trafic, présentées au chapitre 3 de la présente fiche, doivent permettre d'optimiser la plage d'ouverture de manière à prévenir ou limiter ces dysfonctionnements.

Abaissement des vitesses

L'un des principaux enjeux de sécurité est la gestion des changements de file entre les voies de circulation générale et la VR2+ (à l'ouverture de la VR2+ et lors de la période de voie réservée ouverte). L'ouverture de la VR2+ nécessite donc un abaissement temporaire de la VLA, qui s'applique sur l'ensemble des voies de circulation lorsque la VR2+ est ouverte.

La baisse des vitesses fait l'objet d'une signalisation spécifique, qui doit répondre à des enjeux de lisibilité. Elle est présentée en chapitre 4.

Enfin, la VLA sur la VRTC est quant à elle permanente.

Circulation des poids lourds

L'aménagement peut, dans certaines situations, impliquer une réduction des largeurs de voies, qui impose des contraintes à la circulation des PL, notamment lors de manœuvres de dépassements. Selon le profil en travers, la mise en place d'une interdiction de dépassement pour les poids lourds (IDPL) sera nécessaire (cf. § 6.2).

En tout état de cause, on considère qu'une interdiction de dépassement pour les PL n'est pas compatible avec un taux de PL supérieur à 7 % du TMJA.

Compensation de la suppression de la BAU

Sans objet, cette contrainte a déjà été étudiée dans le projet de VRTC.

2.4 Éléments impactant la conception générale

Largeur de la plateforme

Pour l'aménagement, le terre-plein central (TPC) doit supporter la majeure partie de la signalisation de la VR2+. Selon la largeur disponible sur le TPC, des panneaux de largeur réduite devront être implantés, au risque de rendre l'aménagement moins lisible (à titre indicatif, l'implantation des panneaux de police de grande gamme nécessite un TPC d'une largeur de 2,45 m⁷, en application de l'IISR⁸).

En outre, la section doit disposer d'un ou plusieurs emplacements en TPC de largeur suffisante pour l'implantation de dispositifs de contrôle de l'usage de la voie réservée, voire de contrôle du respect de la VLA (à titre indicatif, pour une bande médiane composée de GBA, une largeur d'environ 1,00 m entre glissières est nécessaire).

L'aménagement de la VRTC a pu conduire à une réduction de la largeur des autres voies de circulation. La largeur requise pour l'aménagement d'une VR2+ peut être incompatible avec de telles réductions. Les déficits de largeurs peuvent notamment concerner les franchissements d'échangeurs intermédiaires (au niveau des ouvrages d'art ou des dispositifs d'insertion ou de pseudo-affectation). L'éventuel recours à des élargissements ponctuels n'est pas à exclure, mais le montant des travaux peut s'avérer incompatible avec l'objectif d'une mise en œuvre rapide des expérimentations, à faible coût.

Structures de chaussées

Si l'aménagement nécessite une modification du profil en travers pré-existant, il convient de vérifier que les voies de circulation projetées disposent d'une structure de chaussée suffisante (notamment lorsque le redimensionnement implique un débordement des voies sur l'emprise actuelle de la BAU et/ou des bandes dérasées).

Assainissement, réseaux secs

Sans objet

Traitement de surface

Si l'aménagement de la VR2+ nécessite une modification des largeurs de voies pré-existantes, alors :

- le positionnement des éventuelles boucles de comptage existantes devra être cohérent avec la position des voies modifiées ;
- le marquage pré-existant devra être effacé, avec des techniques permettant de conserver l'adhérence de la couche de roulement et d'éviter toute confusion entre les marques effacées et les nouvelles marques (notamment en fonction de l'éclairage). Les techniques de type grenailage ou hydrodécapage sont recommandées⁹. En toute circonstance, le recouvrement par peinture noire est proscrit.

Ouvrages d'art

Si l'aménagement nécessite une modification du profil en travers pré-existant, il convient de vérifier éventuellement la portance en rive d'ouvrage sur les passages inférieurs existants.

Pour les passages supérieurs, en l'absence de déplacement de dispositifs de retenue, il n'y a pas lieu d'examiner la position des piles par rapport au dispositif de retenue et à ses performances.

Échangeurs

Sans objet

7 Correspondant à un disque de diamètre 1,05 m + 2 x 0,70 m (distance entre l'aplomb de l'extrémité du panneau situé du côté de la chaussée et la rive voisine de cette extrémité).

8 [Instruction interministérielle sur la signalisation routière](#)

9 Pour plus d'informations, se référer à l'ouvrage de l'IDRRIM [Guide de la signalisation horizontale – Éléments de choix et de mise en œuvre des produits de marquage routier](#) - Décembre 2019

3. Plage d'ouverture de la VR2+ et études de trafic complémentaires

Les développements présentés dans ce chapitre n'incluent pas la VRTC ni le trafic qu'elle supporte. Pour ce chapitre donc, toute référence à la « voie réservée » concerne uniquement la VR2+.

Point de vigilance

Il est possible que les résultats de l'étude de trafic montrent que la congestion remontante déborde à l'amont du début de la VRTC pré-existante. Pour limiter l'impact de l'aménagement sur le niveau de service des lignes de TC, le prolongement de la VRTC vers l'amont pourra être examiné.

Plage d'ouverture de la voie réservée

La voie réservée est ouverte tous les jours ouvrés (du lundi au vendredi) selon une plage d'ouverture invariable, correspondant en général à la période de pointe du matin et/ou du soir. Par souci de lisibilité par les usagers (en particulier en termes de signalisation), les recommandations suivantes sont données :

- la période d'ouverture est d'une durée suffisamment longue pour que les gains collectifs soient intéressants (on considère la valeur d'une heure comme une durée minimale absolue);
- la précision de l'horaire d'ouverture (et de fermeture) est arrondie à la demi-heure pleine. Exemple : ouverture de 6 h 30 à 9 h 00, de 16 h 00 à 19 h 00, etc.

Point de vigilance

L'ouverture de la voie réservée (et la limitation temporaire de vitesse limite autorisée) pourra être suspendue par l'exploitant, pendant des périodes longues où les niveaux de trafic ne la justifient pas (périodes estivales par exemple). Il revient au gestionnaire de l'infrastructure de définir la procédure de suspension (elle pourra se faire par exemple par occultation des panneaux, ou par mise en place de supports pivotants).

Affinement de la plage horaire d'ouverture de la voie réservée

En donnant un avantage aux véhicules à occupation élevée, l'un des buts de la VR2+ est de compenser tout ou partie de la perte de temps de déplacement subie par les véhicules non autorisés, par les gains obtenus par les véhicules autorisés. Pour approcher cet objectif, on vérifie que le projet est capable d'écouler le trafic pré-existant (même s'il est attendu que la part de véhicules autorisés dans le trafic augmente entre la situation existante et la situation de projet, ce qui amplifierait alors le gain global).

En revanche, on cherchera à éviter les situations qui créent une perte de temps, autant pour les véhicules autorisés que pour les autres véhicules. Ces cas concernent en particulier le début de la voie réservée. Si la capacité des voies de circulation générale (i.e. les autres voies que la voie réservée) est insuffisante pour absorber la demande des véhicules non autorisés sur la voie réservée, il se formera un bouchon à l'amont de la voie réservée; ce bouchon fera perdre du temps aux véhicules autorisés sur la voie réservée, avant même qu'ils aient pu la rejoindre.

En outre, l'heure d'ouverture de la voie réservée peut correspondre à des situations de fonctionnement fluide (pas de rétention à l'amont et/ou pas de congestion au point dur en aval). Cette situation s'apparente aussi à un dysfonctionnement, du fait des pertes de temps qu'elle impose à tous les usagers et des problèmes d'acceptabilité qu'elle peut induire. Il convient donc d'éviter ou de limiter les périodes où cette situation de produit. L'étude de trafic doit identifier ces périodes et vérifier qu'elles restent limitées.

Pour rappel, et pour des raisons de lisibilité de la signalisation, la voie réservée est ouverte tous les jours ouvrés (du lundi au vendredi) selon une plage horaire d'ouverture invariable. L'absence de souplesse dans la période d'ouverture peut provoquer ou amplifier ces dysfonctionnements.

Il convient donc de vérifier pour deux jours de référence, l'un représentatif d'un état de congestion faible et l'autre d'un état de congestion fort, que pendant toute la durée de l'ouverture de la voie réservée :

- le trafic ne sature pas la capacité des voies de circulation générale (i.e. les autres voies que la voie réservée) au niveau du début et de la fin de la voie réservée, ainsi qu'au niveau des échangeurs intermédiaires situés au niveau de la voie réservée ;
- il existe une congestion remontant de l'aval de la section aménagée, qui occupe les voies de circulation générale sur tout ou partie de la longueur aménagée.

La plage horaire doit être adaptée, en tant que de besoin, pour satisfaire au mieux ces conditions pour les deux jours de référence retenus. On veillera cependant à ce que l'optimisation de la plage horaire ne conduise pas à une durée d'ouverture de la voie trop réduite. La plage horaire d'ouverture adoptée sera donc un compromis entre ces différentes contraintes.

Détail des vérifications

Dans la suite, le taux prévisible de véhicules empruntant la voie réservée est appelé « τ ». Si des enquêtes de circulation, y compris un comptage du nombre d'occupants dans les véhicules, ont été menées pour connaître la composition du trafic par type d'usagers, leurs résultats sont pris en compte pour fixer la valeur de « τ », sinon la valeur conventionnelle de 15 % est adoptée.

Les vérifications sont menées, pour chacun des deux jours de référence choisis, en tous les points spécifiques du projet : début et fin de la voie réservée, entrée et sorties d'échangeurs intermédiaires.

Par simplification, l'évaluation de la capacité des voies de circulation générale en situation de projet est faite en utilisant les trafics mesurés sur l'ensemble des voies en situation actuelle, sans voie réservée, pendant toutes les périodes d'agrégation (de 6 minutes) où la voie est ouverte. Cependant, cette simplification pourrait, dans certains cas, conduire à surestimer le trafic avec projet et exiger une capacité supérieure à celle nécessaire. Il est donc demandé que la vérification des capacités ne prenne pas en compte les périodes où ce risque existe¹⁰.

On appelle :

- t_0 : l'heure où la congestion actuelle arrive à l'aval de la voie réservée ;
- d : la distance séparant l'aval de la voie réservée et un point P quelconque ;
- w : la vitesse maximale de remontée de la congestion, prise égale à 20 km/h (hypothèse simplificatrice).

Pour un point P quelconque, les périodes à exclure de l'étude sont définies de la manière suivante :

- si P est dans la zone de congestion actuelle : ce sont les périodes comprises entre $t_0 + (d/w)$ et t_1 , où t_1 est l'heure où la congestion actuelle atteint le point P ;
- si P est hors de la zone de congestion actuelle, mais dans la zone de congestion future : ce sont les périodes comprises entre $t_0 + (d/w)$ et t_2 , où t_2 est l'heure où la zone de congestion actuelle se stabilise (peut être déterminée via les chroniques de vitesses ou les traficors).

Les formules présentées ci-après sont des approximations. Pour disposer de prévisions plus fiables, il conviendrait de mettre en œuvre un modèle de simulation dynamique du trafic.

10 Pour plus de précision, se référer à la [fiche sur l'opportunité et la pré-faisabilité](#), chapitre 6.3.

- Vérification de la capacité des voies de circulation générale au début et à la fin de la voie réservée

Débit total à l'amont/à l'aval de la voie réservée. $(1-\tau) < (N-1) \cdot \text{Capacité d'une voie}$

N est le nombre total de voies (y compris la voie réservée) au niveau du début/de la fin de la voie réservée. La capacité d'une voie est prise égale à 1800 véh/h.

Dans le cas de la vérification à l'amont de la voie réservée, d correspond à la longueur de la voie. À l'aval de la voie réservée, d est nulle, la vérification de la capacité sera donc menée sur l'ensemble de la plage horaire d'ouverture de la voie réservée.

- Vérification de la capacité des voies de circulation générale au niveau d'un convergent

Pour la définition des plages à exclure, la distance d est mesurée entre le point E.1,00 m et la fin de la voie réservée.

Débit à l'aval du convergent. $(1-\tau) + \text{Débit de la bretelle d'entrée} \cdot \tau < (N-1) \cdot \text{Capacité d'une voie}$

N est le nombre total de voies (y compris la voie réservée) à l'aval du convergent. La capacité d'une voie est prise égale à 1800 véh/h.

Cette formule est valable notamment dans le cas d'une station de comptage localisée à l'aval de l'entrée. Si la station se situe à l'amont, la formule doit être adaptée :

Débit à l'amont du convergent. $(1-\tau) + \text{Débit de la bretelle d'entrée} < (N-1) \cdot \text{Capacité d'une voie}$

- Vérification de la capacité des voies de circulation générale au niveau d'un divergent

Pour la définition des plages à exclure, la distance d est mesurée entre le point S.1,00 m et la fin de la voie réservée.

Débit à l'amont du divergent. $(1-\tau) + \text{Débit de la bretelle de sortie} \cdot \tau < (N-1) \cdot \text{Capacité d'une voie}$

N est le nombre total de voies (y compris la voie réservée) à l'amont du divergent. La capacité d'une voie est prise égale à 1800 véh/h.

Cette formule est valable notamment dans le cas d'une station de comptage localisée à l'amont de la sortie. Si la station se situe à l'aval, la formule doit être adaptée :

Débit à l'aval du divergent. $(1-\tau) + \text{Débit de la bretelle de sortie} < (N-1) \cdot \text{Capacité d'une voie}$

4. Signalisation

Les présentes recommandations sont basées sur la réglementation existante, et les respectent autant que possible. Certaines dispositions de signalisation expérimentales complémentaire à l'IISR ont été fixées par l'[arrêté du 24 août 2020 relatif à l'expérimentation d'une signalisation relative aux voies de circulation réservées à certaines catégories de véhicules sur certains axes](#).

Les dispositions de la présente fiche appliquent l'arrêté sus-nommé, mais nécessitent de nouvelles signalisations non prévues, qui sont listées dans l'annexe 1.

Tous les éléments décrits ci-après sont non prévus par la réglementation. Pour mémoire, ils sont signalés en *italique* et par un astérisque (*) dans la suite du document.

Ces nouveaux signaux devront faire l'objet d'une expérimentation au sens de l'article 14-1 de l'IISR.

La signalisation proposée intègre le minimum de contraintes en termes d'implantation, de manière à pouvoir modifier, si nécessaire, le positionnement des extrémités de VR2+ à moindre coût en cours d'expérimentation.

Pour la signalisation de la VRTC, sauf stipulations, les dispositions du guide VRTC s'appliquent.

4.1 Signalisation verticale de police

Signalisation des périodes d'ouverture de la VR2+

Le scénario 3 implique une exploitation variable de la section aménagée, selon le jour et l'heure. Pour signifier aux usagers les périodes d'ouverture de la VR2+, un *panonceau de type M11** sera employé. Des exemples sont proposés¹¹ ci-après.

La suite du chapitre donne les détails sur l'association de ce panonceau avec d'autres signalisations verticales.



Exemples de panonceaux signalant les périodes d'ouverture

Signalisation de la VR2+

La signalisation d'une VR2+ se fait au moyen d'un panneau d'indication (type C, carré à fond bleu et listel blanc), dans lequel est inscrit un losange blanc (d'angles 60° et 30°). Ce *panneau sera nommé provisoirement Cxx**. Il est accompagné systématiquement du *panonceau M11**.

Cet ensemble doit être positionné au début de la VR2+. Il est répété le long de la VR2+, à intervalles réguliers (environ tous les 500 m).



Signalisation de position de la VR2+

Deux solutions de mise en œuvre du Cxx + M11 sont possibles :

- en TPC, avec un panonceau M3a, pour indiquer la position de la voie concernée ;
- au-dessus de la voie, avec un panonceau M3d. Cette solution garantit une compréhension optimale de la position de la voie par l'utilisateur. **Elle est conseillée pour le début de la VR2+.**

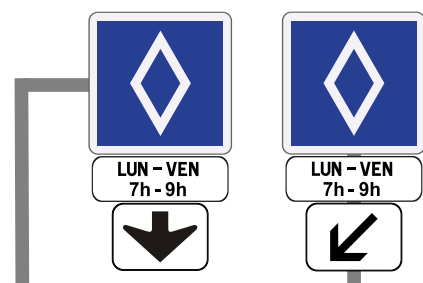


Illustration 5 - Implantations possibles de la signalisation de la VR2+

¹¹ La lisibilité des indications de jours et d'horaires sur les panonceaux est primordial. Ainsi, les dimensions des caractères devront respecter les normes en vigueur.

La fin de la VR2+ est signalée par un panneau de fin de réglementation (type C, carré à fond bleu bordé d'un listel blanc, traversé par une barre oblique rouge). Ce panneau sera nommé provisoirement Cyy*.



Signalisation de fin de la VR2+

Signalisation des vitesses

Pendant les périodes d'ouverture de la VR2+, la vitesse limite autorisée doit être abaissée à 50 km/h pour toutes les voies de circulation. Une signalisation statique spécifique est définie ci-après pour rendre le plus lisible possible la baisse temporaire de la VLA.

La section sur laquelle la baisse de vitesse s'applique correspond à la section avec VR2+.

Comme l'aménagement nécessite une baisse de la vitesse limite autorisée lors de l'ouverture de la VR2+, la signalisation de la VLA sur la section aménagée sera faite au moyen de *panneaux B14 accompagnés du même panneau horaire M11**. Dans la suite du document, cet ensemble sera nommé B14 « horaire ».

Ces panneaux sont positionnés de part et d'autre de la chaussée (en accotement et en TPC) sur le même plan. Ils sont répétés après chaque bretelle d'entrée.

Lorsqu'il est nécessaire de modifier ou de rappeler la vitesse limite autorisée hors des périodes d'ouverture de la VR2+, alors la VLA pendant les périodes d'ouverture est également rappelée. Les deux panneaux B14 (« horaire » et « autres périodes ») sont positionnés dans le même plan, de part et d'autre de la chaussée.

Ces signaux sont répétés a minima après chaque voie d'insertion. Pour les sections avec des échanges intermédiaires relativement éloignés, un rappel des vitesses pourra être positionné tous les 1000 à 2000 m.

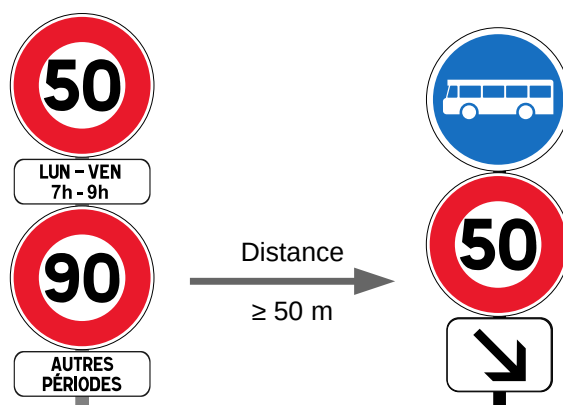


Signalisation de la VLA pendant l'ouverture de la VR2+



Signalisation des VLA selon les périodes

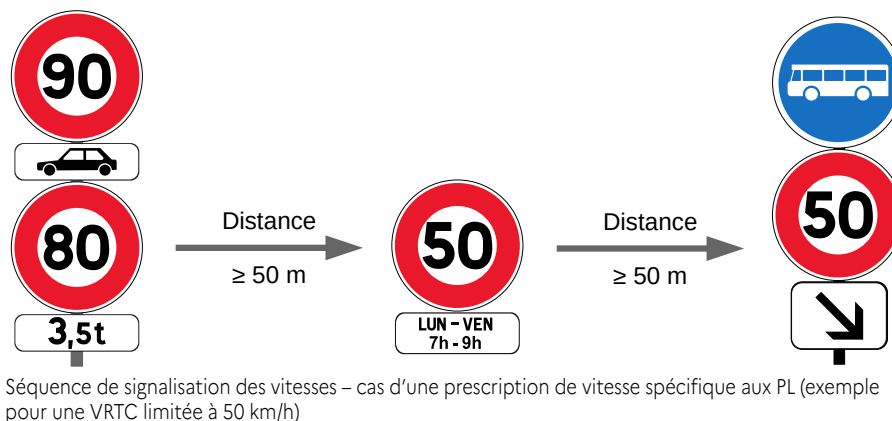
En aval de ces rappels de vitesse, la **VLA de la VRTC doit être rappelée**. Le panneau B14 rappelant la vitesse limite autorisée sur la VRTC, associé au panneau B27a et à un panneau M3a, est positionné en accotement, à une distance minimale de 50 m en aval des B14 dédiés à la circulation générale.



Séquence de signalisation de rappel des vitesses (exemple pour une VRTC limitée à 50 km/h)

Pour des questions de lisibilité, les dispositions de signalisation dans le même plan des vitesses TC et circulation générale (données dans le guide VRTC, chapitre 3.2.2) sont proscrites.

Dans certains cas (notamment une prescription de vitesse spécifique aux PL), la signalisation des vitesses doit être adaptée : les VLA « hors périodes » sont signalées sur un même support. La signalisation de la vitesse « horaire » est positionnée en aval du support des VLA « autres périodes », à une distance minimale de 50 m. Enfin, la signalisation de la vitesse de la VRTC est positionnée en aval du support de la VLA « horaire », à une distance minimale de 50 m.



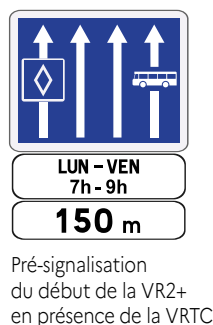
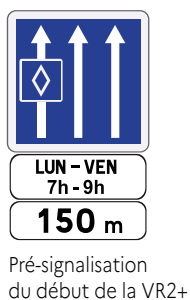
Si la section aménagée dispose déjà d’un équipement de gestion dynamique des vitesses, il convient de privilégier l’utilisation de l’équipement en place pour signaler la baisse de la vitesse associée à l’ouverture de la VR2+, plutôt que de mettre en place une signalisation statique complémentaire.

Signalisation d’indication complémentaire

■ Pré-signalisation

Pour pré-signaliser le début de la VR2+, un *panneau de type C24a**, accompagné du panonceau de type *M11**, est positionné des deux côtés (en TPC et en accotement) de la section courante, à une distance minimale de 150 m du début de la VR2+.

En présence de la VRTC, un *panneau de type C24a rectangulaire** doit signaler la position de cette voie.



En outre, la VLA abaissée pendant les périodes d'ouverture exige une décélération importante pour les véhicules en approche de la section. Le début de la VR2+ est donc précédé par une séquence de signalisation de réduction par paliers de la vitesse horaire, conformément aux règles de dégressivité des vitesses fixées dans l'IISR (art.63.b). Pour des raisons de confort de la décélération, une longueur minimale de 150 m pour le palier à 90 km/h est recommandée.



Exemple de signalisation de la baisse de la vitesse horaire par palier, pour une VLA de 110 km/h hors période d'ouverture

Le § 4.4 illustre la séquence de signalisation sur des schémas synoptiques.

■ Information de la VR2+

Compte tenu de la nouveauté du panneau Cxx, il est nécessaire d'informer l'usager de la présence d'une VR2+, et des catégories de véhicules autorisés à y circuler.

Cette information se fait au moyen de *panneaux de type SR**, positionnés en section courante, en accotement et en TPC, en amont du début de la VR2+.

Il doit être visible depuis chaque voie de circulation, à la distance de lecture Lc¹².

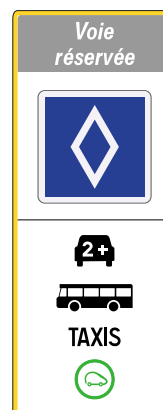
Sur les bretelles d'entrée des échangeurs franchies par la VR2+, le panneau de type SR est positionné en amont du panneau AB3a.

Les dimensions de ce panneau sont données par l'arrêté du 24 août 2020 relatif à l'expérimentation d'une signalisation relative aux voies de circulation réservées à certaines catégories de véhicules sur certains axes.

Selon la place disponible sur le TPC et les caractéristiques du site, un panneau de largeur réduite peut être implanté.



Signalisation d'information de la VR2+



Signalisation d'information de la VR2+ largeurs réduites

■ Information des vitesses horaires

L'information de la présence d'une vitesse limite autorisée variable selon le jour et l'horaire est possible pour favoriser sa compréhension. Elle se fait au moyen d'un *panneau de type SR**, dont un décor est proposé en exemple :

En cas d'emploi de ces panneaux, il conviendra de les positionner en section courante, en accotement et en TPC, en amont du panneau de type SR d'information de la VR2+.



Signalisation d'information de la limitation temporaire de la vitesse

12 La distance de lecture est définie au chapitre 8.1 du guide Cerema. [Conception des routes et autoroutes – Révision des règles sur la visibilité et sur les rayons en angle saillant du profil en long](#), 2018.

- Information du contrôle de l'usage de la VR2+

L'article [L.130-9-1 du Code de la route](#) spécifie: « V.-L'arrêté mentionné au IV [autorisant la mise en place de dispositifs de contrôle automatisé de l'usage de la VR2+] précise les modalités d'information du public préalables à la mise en place des dispositifs de contrôle automatisé. »

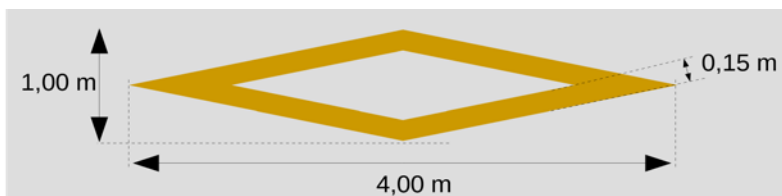
Les modalités d'information des usagers sont à prendre en compte dans le projet.

4.2 Signalisation horizontale

La VR2+ étant ouverte à des périodes prédéfinies et ouverte à la circulation générale en dehors de ces périodes, elle conserve le marquage horizontal d'une voie de circulation générale (T1-2u).

Cependant, par rapport aux VR2+ dynamiques, la perception de la VR2+ statique par l'usager devrait être moins performant du fait de l'emploi exclusif d'une signalisation statique (notamment si aucune implantation de panneaux Cxx n'est prévue au-dessus de la voie). S'il s'avérait, à l'usage, que la compréhension de l'aménagement était insuffisante, un complément de marquage au sol pourrait être envisagé.

La signalisation serait complétée par le marquage au sol, dans l'axe de la VR2+, d'un *losange jaune**. Le losange au sol est implanté en entrée de VR2+, utilisé trois fois, et espacé de 50 m. Il est ensuite rappelé tous les 500 m sur toute la longueur de la VR2+ (on veillera à positionner le losange au sol au même niveau qu'un panneau Cxx).



Marquage au sol de la VR2+

Le marquage longitudinal employé pour la VRTC est le T3-5u (au besoin, se référer au guide VRTC).

4.3 Signalisation directionnelle

Les dispositions du chapitre 2.2.3 du guide VR2+ s'appliquent.

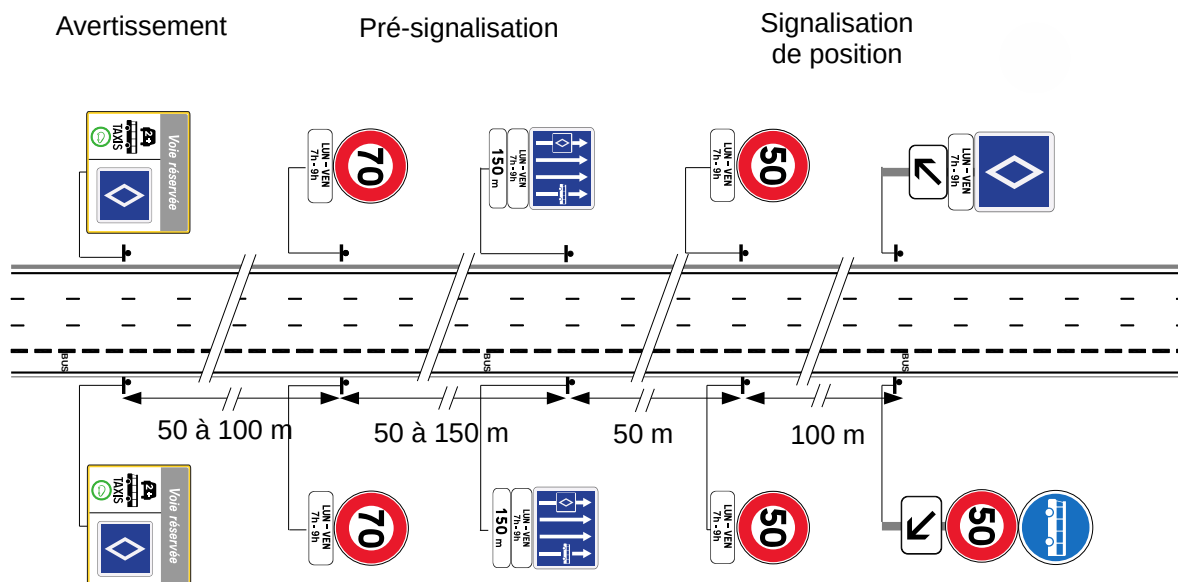
4.4 Schémas synoptiques

Les schémas synoptiques suivants sont donnés dans le cas où la VRTC démarre à l'amont du début de la VR2+, et se termine en aval de la fin de la VR2+. Sa VLA de 70 km/h est abaissée à 50 km/h au droit du projet. Ils ne prétendent pas à présenter l'exhaustivité des situations.

En amont de la VR2+

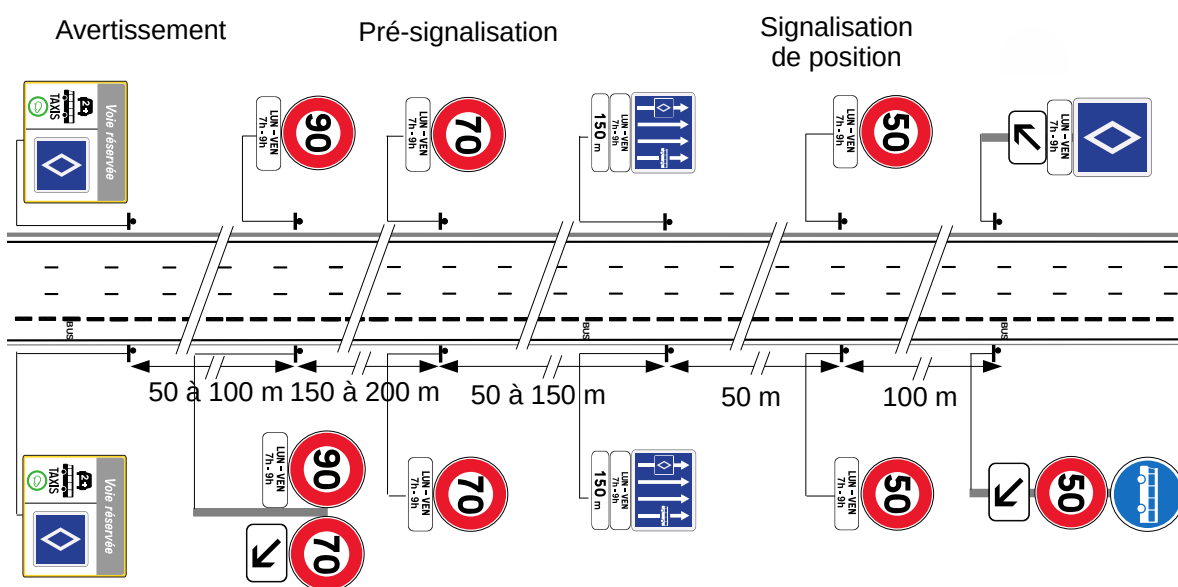
- Signalisation en amont de la voie réservée sur une section à 90 km/h

La longueur de la séquence de signalisation est de 250 m à 400 m.

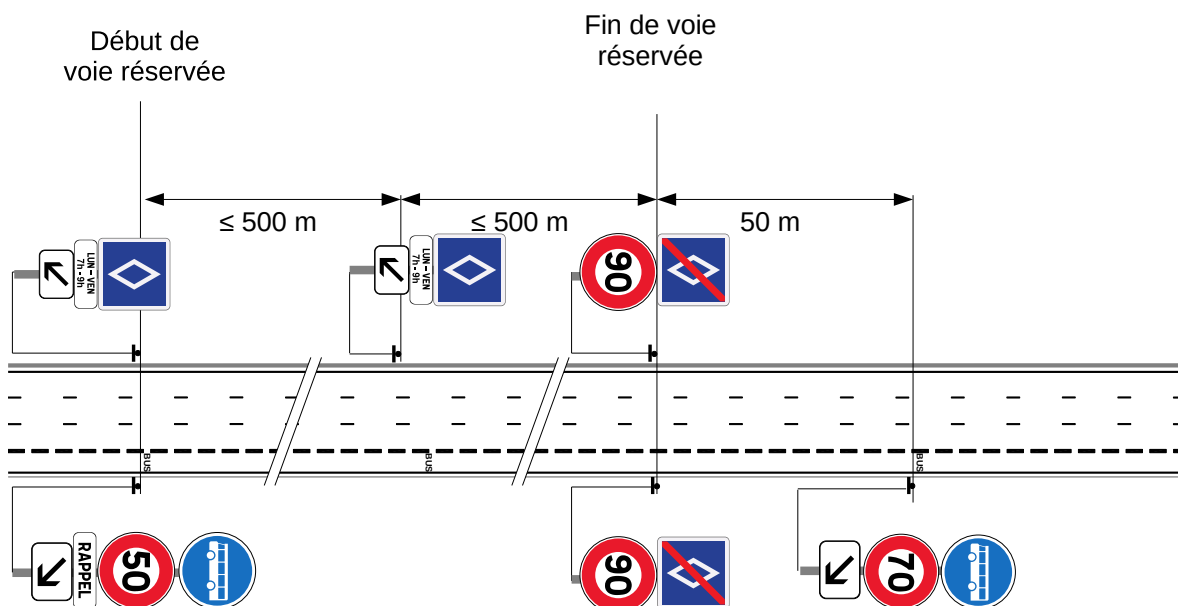


- Signalisation en amont de la voie réservée sur une section à 110 km/h

La longueur de la séquence de signalisation est de 400 m à 600 m. Le palier de 90 km/h nécessite une redéfinition de la VLA sur la VRTC. Pour signaler cette vitesse, un panneau B14 accompagné d'un panneau M3a est positionné dans le même plan que les B14 « horaire » à 90 km/h. Aussi, pour des raisons de confort de la décélération, une longueur minimale de 150 m pour le palier à 90 km/h est recommandée.

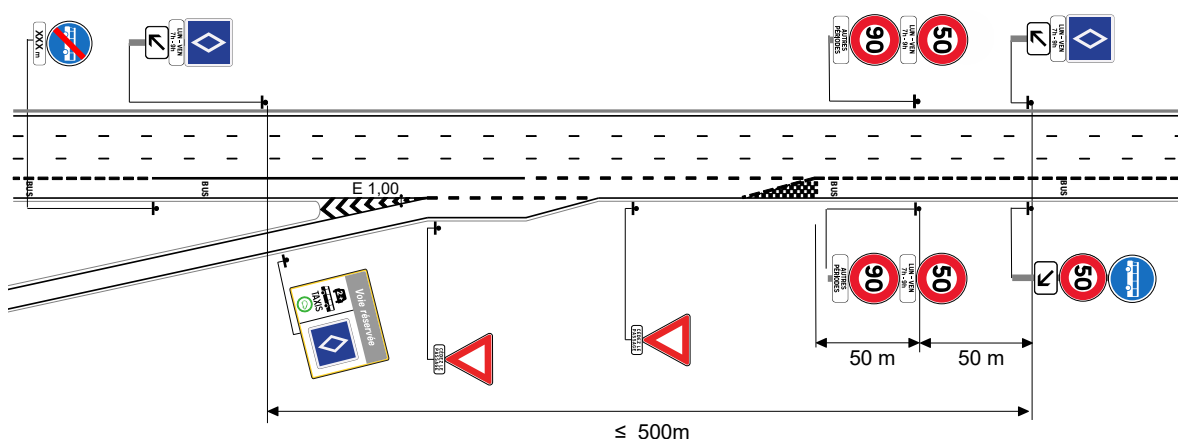


Le long de la VR2+ (exemple sur section à 90 km/h)



Au niveau d'une entrée intermédiaire (exemple sur section à 90 km/h)

Pour éviter toute ambiguïté pour les usagers entrants, l'usage du damier au niveau du deuxième biseau est fortement recommandé.



5. Visibilité

La vérification des visibilité se fera conformément au guide [Conception des routes et autoroutes – Révision des règles sur la visibilité et sur les rayons en angle saillant du profil en long](#), complété par les règles spécifiques de visibilité depuis une VR2+, définie dans le guide VR2+ (chapitre 3).

Le concepteur doit porter une attention particulière à la vérification des conditions de visibilité depuis toutes les voies de circulation, éventuellement modifiées par l'aménagement de la VR2+. Cette vérification, faite à la VLA hors période d'ouverture, porte soit sur le respect des règles, soit sur une non-aggravation des éventuels déficits pré-existants.

Compte tenu des enjeux de sécurité pendant la période d'ouverture, notamment liés aux manœuvres d'entrée et de sortie, l'ensemble des règles de visibilité découlant des deux guides précités doit être vérifié depuis la VR2+. Par convention, ces vérifications sont faites à une vitesse de 70 km/h.

6. Géométrie

6.1 Tracé en plan et profil en long

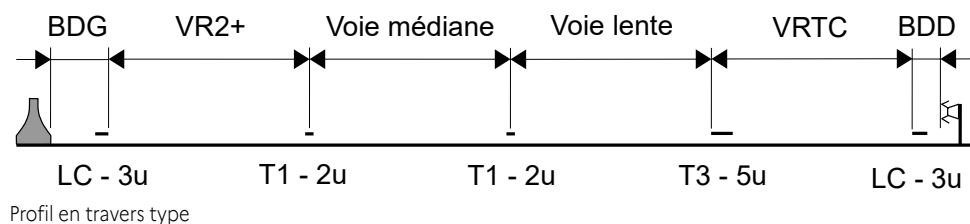
La création d'une VR2+ n'implique pas de vérification particulière sur le tracé en plan et le profil en long.

6.2 Profil en travers

Sauf stipulations explicites dans le présent chapitre, les dispositions du chapitre 6 du guide VRTC s'appliquent.

Les dispositions du chapitre 4.3 du guide VR2+ s'appliquent.

Notamment, la VR2+ a une largeur normale de 3,50 m avec une BDG de 1,00 m. Toute réduction de la largeur de la VR2+ est exclue, afin d'assurer la sécurité des manœuvres d'évitement des véhicules de la VR2+ vis-à-vis de véhicules entrant sur la VR2+ à faible vitesse.



Dans le cas où la largeur roulable ne permet pas de respecter le profil en travers standard, la réduction des éléments du profil en travers suit l'ordre suivant :

- réduction de la voie médiane à 3,25 m ;
- réduction de la BDG à 0,75 m ;

Puis, uniquement si la VLA est de 90 km/h :

- réduction de la BDG à 0,50 m ;
- réduction de la VRTC à 3,30 m, nécessitant une baisse de la VLA de la VRTC à 50 km/h.

Dans tous les cas, le maintien d'une BDD de 0,50 m de largeur au minimum est obligatoire.

Lorsque la section pré-existante comporte des contraintes ponctuelles de profil en travers (par exemple au niveau des ouvrages d'art courants ; on retiendra en ordre de grandeur, une longueur maximale de 100 m), la continuité dans les largeurs de voie au droit du point dur doit être recherchée. Ainsi, on cherchera en priorité à modifier la largeur des bandes dérasées, et à réduire la largeur de la VRTC. La réduction des éléments du profil en travers suit l'ordre modifié suivant :

- réduction de la BDD jusqu'à un minimum de 0,30 m ;
- réduction de la BDG jusqu'à un minimum de 0,50 m ;
- réduction de la voie médiane à 3,25 m ;
- réduire la VRTC à 3,30 m, voire à 3,20 m. Dans ce cas, une baisse ponctuelle de la VLA de la VRTC sera à étudier.

Pour les changements de profil en travers, on appliquera les principes de conception de déport transversal définis dans les guides de référence.

6.3 Début et fin de VR2+ en section courante

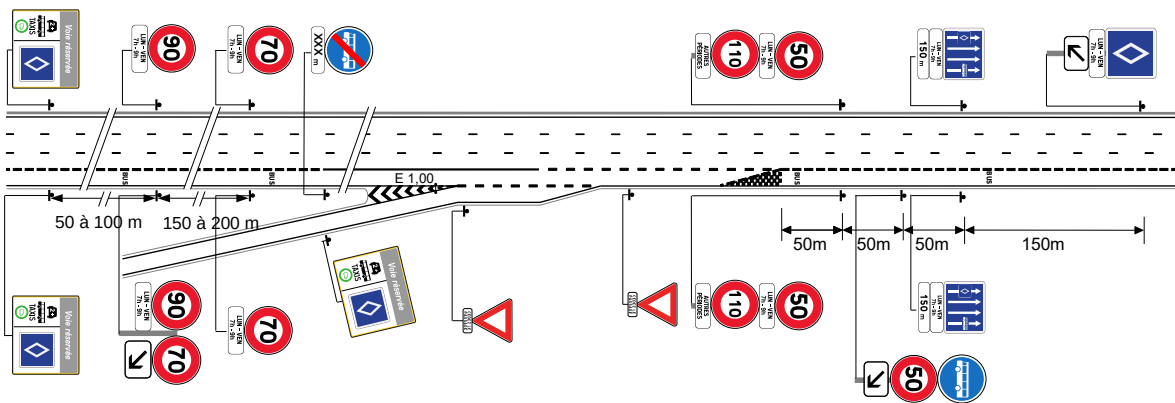
Les dispositions du chapitre 4.5 du guide VR2+ s'appliquent.

Au vu de la longueur de la séquence de signalisation du début de la VR2+, son positionnement en aval d'une entrée ou d'une sortie peut cependant s'avérer incompatible avec la configuration de l'infrastructure. Dans ce cas, les adaptations suivantes sont possibles :

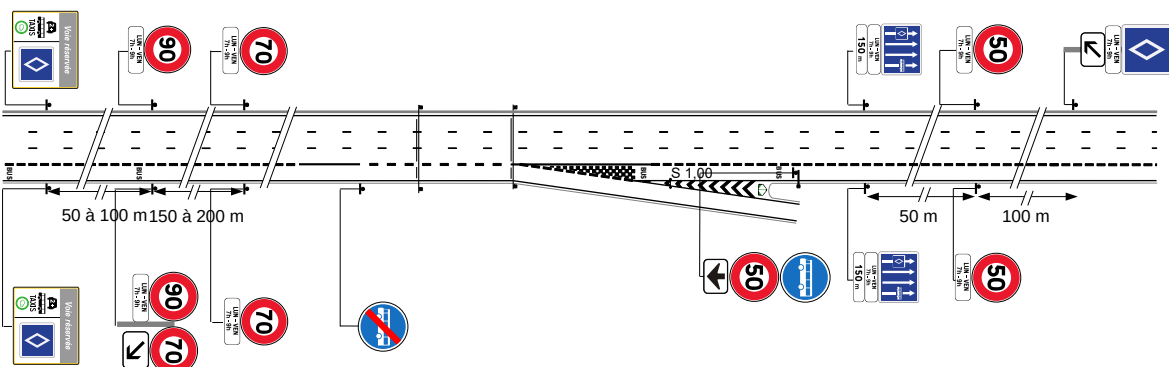
- d'abord, on réduit les distances entre panneaux de signalisation, pour atteindre la longueur minimale de la séquence de début de VR2+ (250 m sur une section à 90 km/h, 400 m sur une section à 110 km/h);
- si ce n'est pas suffisant, le dernier recours consiste à positionner une partie de la séquence de baisse de la VLA par paliers en amont de l'accès, et de conserver la séquence de pré-signalisation et de signalisation de position de la VR2+ en aval. Dans ce cas, le début de la VLA horaire de 50 km/h est également maintenu en aval de l'accès.

Les schémas suivants présentent les dispositions minimales sur des sections à 110 km/h, pour lesquels les gains potentiels de longueur sont les plus importants. Dans ces exemples, la VLA de la VRTC est fixée à 70 km/h en amont, et à 50 km/h au droit du projet. Ces dispositions de dernier recours impliquent donc, pendant les périodes d'ouverture de la VR2+, une réduction de la VLA de la circulation générale en traversée de l'accès à 70 km/h.

- Début de VR2+ en aval d'une entrée: disposition minimale (exemple sur section à 110 km/h)



- Début de VR2+ en aval d'une sortie: disposition minimale (exemple sur section à 110 km/h)



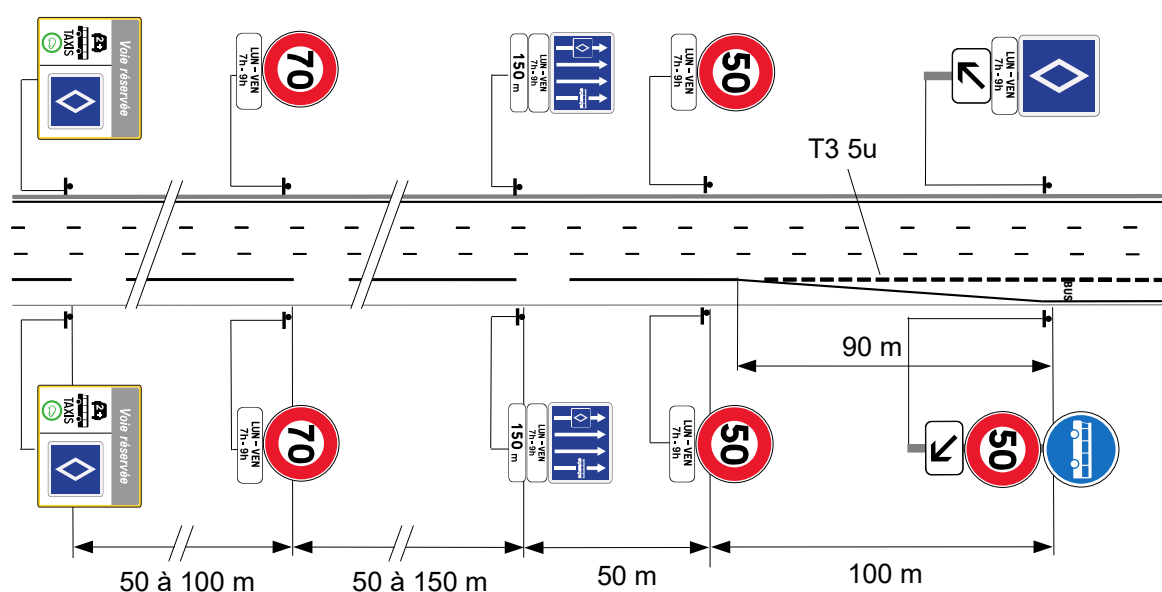
Coordination des extrémités des voies réservées

Du fait de la présence d'une VRTC, la position des extrémités de chaque voie réservée doit être coordonnée.

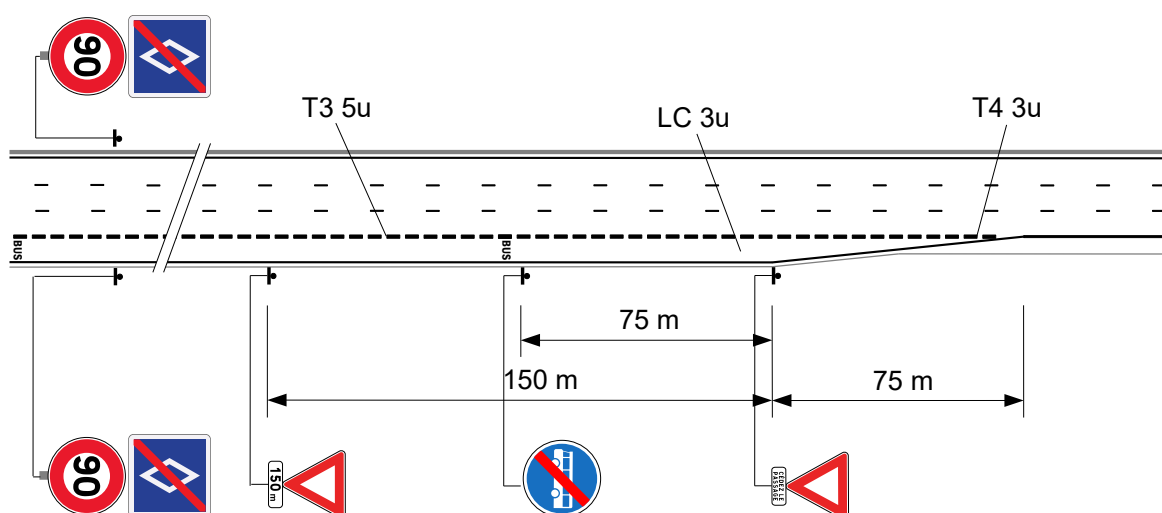
Dans le cas d'une extrémité de VRTC (début ou fin) dans un échangeur, il est recommandé d'éviter les extrémités de VR2+ dans la zone d'influence de l'extrémité de la VRTC. Cette zone correspond à la section nécessaire pour un aménagement et une signalisation conforme à la configuration présentée dans le guide VRTC.

Dans le cas d'une extrémité de VRTC en section courante, les dispositions suivantes sont à appliquer :

- Pour les débuts de chaque voie réservée, les séquences de création de voies peuvent être coordonnées. Pour la position des éléments qui composent les séquences, on prend comme référence commune la position de la signalisation de création des voies réservées. Les panneaux B27a et Cxx en position seront implantés dans le même plan.



- Pour les fins de voies réservées en section courante, il est recommandé de positionner la fin de la VR2+ en amont de la fin de la VRTC (on prend comme repère le panneau AB3b).



6.4 Conception aux échangeurs

On appliquera les dispositions du chapitre 4.6 du guide VR2+.

7. Exploitation, équipements et services à l'utilisateur

Les dispositions suivantes complètent celles déjà prises lors de l'aménagement de la VRTC, conformément au guide VRTC.

L'expérimentation de VR2+ n'implique pas une mise en conformité de l'ensemble des équipements et services à l'utilisateur.

En particulier, l'aménagement d'une VR2+ temporaire ne nécessite pas de modifier le niveau de retenue des dispositifs implantés en TPC.

Du fait de l'allongement de la congestion sur les voies de circulation générale lors de l'ouverture de la VR2+, une extension du périmètre de supervision pré-existant pourra être étudiée.

Pour la gestion des incidents et des accidents, une réflexion amont avec les forces de l'ordre est nécessaire, pour définir les modalités d'information des usagers de la route, les processus d'intervention et les mesures éventuelles de police. Si la VR2+ doit être fermée, il convient, en outre, de suspendre le contrôle de son usage.

Annexe 1: Liste des éléments de signalisation non prévus par l'IISR et par l'arrêté du 24 août 2020

- Signalisation des périodes d'ouverture de la VR2+, au moyen d'un panonceau de type M11



- Utilisation de ce panonceau en accompagnement des panneaux suivants:
 - panneau d'indication de type C (nommé Cxx), utilisé en position au début de la VR2+ et en rappel



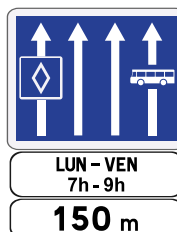
- panneau de prescription de la vitesse limite autorisée, de type B14



- panneau de type C24, utilisé en présignalisation du début de la VR2+



- panneau de type C24 rectangulaire, utilisé en présignalisation du début de la VR2+ et en présence d'une VRTC



- Signalisation, sur le même support, de la vitesse limite autorisée pendant les périodes d'ouverture et en dehors de ces périodes



- Signalisation d'information de la baisse temporaire de la vitesse



- Marquage au sol d'un losange jaune en complément de la signalisation verticale

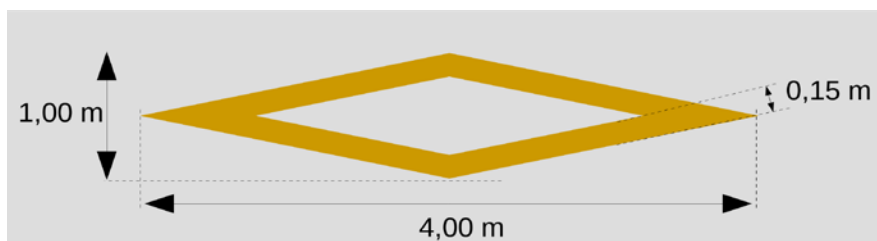


Table des matières

1. Contexte et rappel des scénarios	3
2. Principes de conception	4
2.1 Objectifs des études de conception	4
2.2 Description et domaine d'emploi du scénario 3	4
2.3 Contraintes imposées par le scénario 3	5
Sensibilité des horaires	5
Abaissement des vitesses	5
Circulation des poids lourds	5
Compensation de la suppression de la BAU	5
2.4 Éléments impactant la conception générale	6
Largeur de la plateforme	6
Structures de chaussées	6
Assainissement, réseaux secs	6
Traitement de surface	6
Ouvrages d'art	6
Échangeurs	6
3. Plage d'ouverture de la VR2+ et études de trafic complémentaires	7
Plage d'ouverture de la voie réservée	7
Affinement de la plage horaire d'ouverture de la voie réservée	7
Détail des vérifications	8
4. Signalisation	10
4.1 Signalisation verticale de police	10
Signalisation des périodes d'ouverture de la VR2+	10
Signalisation de la VR2+	10
Signalisation des vitesses	11
Signalisation d'indication complémentaire	12
4.2 Signalisation horizontale	14
4.3 Signalisation directionnelle	14
4.4 Schémas synoptiques	15
En amont de la VR2+	15
Le long de la VR2+ (exemple sur section à 90 km/h)	16
Au niveau d'une entrée intermédiaire (exemple sur section à 90 km/h)	16
5. Visibilité	16
6. Géométrie	17
6.1 Tracé en plan et profil en long	17
6.2 Profil en travers	17
6.3 Début et fin de VR2+ en section courante	18
Coordination des extrémités des voies réservées	19
6.4 Conception aux échangeurs	19
7. Exploitation, équipements et services à l'utilisateur	20
Annexe 1: Liste des éléments de signalisation non prévus par l'IISR et par l'arrêté du 24 août 2020	21

Abréviations ●●●

- **BAU**: Bande d'Arrêt d'Urgence
- **BDD**: Bande Dérasée de Droite
- **BDG**: Bande Dérasée de Gauche
- **CCC**: Convention citoyenne pour le climat
- **GBA**: Glissière Béton adhérent
- **ICTAAL**: Instruction sur les Conditions
- **IISR**: Instruction Interministérielle pour la Signalisation Routière
- **PL**: Poids Lourds
- **TC**: Transport Collectif
- **TPC**: Terre-Plein Central
- **VLA**: Vitesse Limite Autorisée
- **VR2+**: Voies réservées aux véhicules de transports en commun, aux taxis, aux véhicules transportant un nombre minimal d'occupants (au mois 2 ou 3), dont ceux utilisés dans le cadre du covoiturage, ainsi que les véhicules à très faibles émissions
- **VRTC**: Voie Réservée aux lignes régulières de Transports Collectifs
- **VSA**: Voie Structurante d'Agglomération
- **ZFE-m**: Zone à faibles émissions mobilité

Contributeurs ●●●

Rédacteurs

Martin De Wissocq (DGITM), Olivier Ancelet, Alexis Bacelar, Pascal Glasson, Jérôme Huillet, Daniel Lemoine, Mathieu Luzerne, Nicolas Pele, Sandrine Tissandier et Régis Williams (Cerema).

Relecteurs

Sophie Dupas, Pascal Magniere et Nicolas Sproni (DGITM), Séverine Carpentier (DSR), Olivier Cardusi, Matthieu Holland, Bruno Levilly et Éric Pertus (Cerema).

Maquettage
Cerema DSC
Pôle édition
et valorisation
des connaissances

Illustrations
Cerema

Contact ●●●

Cerema Territoires et ville – Département MEPS
dmeps.dtectv.cerema@cerema.fr

Standard - Tel: +33 (0) 4 72 74 58 00

Date de publication
Octobre 2021
ISSN : 2417-9701
2021/27

Commander ou télécharger nos ouvrages sur
www.cerema.fr

© 2021 - Cerema
La reproduction totale
ou partielle du document
doit être soumise
à l'accord préalable
du Cerema.

La collection «Connaissances» du Cerema

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment