

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 2

**Voie réservée permanente à gauche avec suppression
de la bande d'arrêt d'urgence**

La présente fiche complète les référentiels techniques de conception pour les voies réservées au covoiturage et à d'autres catégories de véhicules (VR2+) permanentes, créées à gauche par suppression de la bande d'arrêt d'urgence. Cette fiche est applicable sur les infrastructures à chaussées séparées comportant deux voies de circulation au moins, 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 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.

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.

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 guide³ 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.

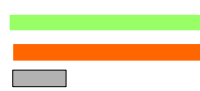
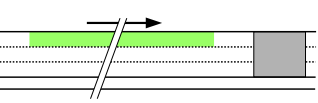




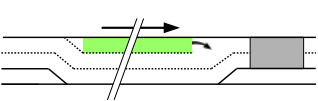
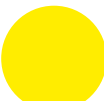



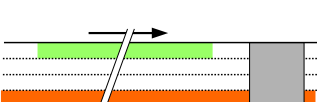




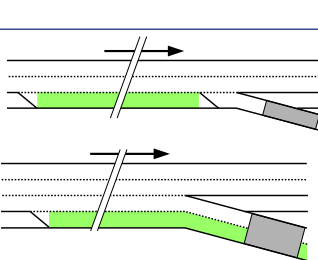




Scénarios	Type d'aménagement		Impacts			
	VR2+ VRTC Point dur en aval		Arrêt d'urgence et interventions	Congestion	Efficience de la VR2+	Facilité de mise en œuvre
1	Voie réservée à horaires d'ouverture prédéfinis par mobilisation de la voie de gauche					
2	Voie réservée permanente à gauche avec suppression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

3 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 voie réservée, estimation de l'extension de la zone de congestion, détermination de la plage horaire d'ouverture de la voie réservée 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)⁴.

La présente fiche donne notamment des règles de l'art en matière de signalisation et de conception géométrique⁵ :

- 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 visibilité ;
- étude spécifique des points singuliers le cas échéant, etc.

En termes d'études de trafic complémentaires, étant donné l'impact a priori très faible du scénario sur la congestion, les éléments méthodologiques sont très limités (cf. chapitre 3).

2.2 Description et domaine d'emploi du scénario 2

Le scénario 2 consiste en la création d'une voie supplémentaire à gauche – la VR2+ – par réduction de la largeur des voies de circulation générale et déport de celles-ci sur la droite, en utilisant notamment l'espace de la BAU.

Le principe général est d'ouvrir une nouvelle voie pour faciliter l'arrivée des véhicules autorisés (véhicules de transport en commun, taxis, véhicules transportant un nombre minimal d'occupants, dont ceux utilisés pour le covoiturage et véhicules à très faibles émissions) au niveau de la tête de congestion, tout en conservant le même nombre de voies générales de circulation générale pour éviter les allongements de congestion et ainsi la perturbation du fonctionnement de certains échangeurs ou autres axes routiers situés en amont. Ce scénario n'ajoute pas de capacité, lorsque le réseau est contraint par un point dur situé à l'aval de la fin de la voie réservée, qui limite de fait le débit des véhicules.

4 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.

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

Dans ce scénario, la voie réservée est permanente et à 50 km/h et la VLA des voies de circulation générale est de 70 km/h. Il est donc nécessaire de vérifier la crédibilité d'une VLA à 70 km/h, en lien avec l'environnement de la section. **De ce fait, un tel aménagement est réservé aux extrémités de pénétrantes, se terminant par une voirie urbaine et/ou par un accès à une rocade.** Dans tous les cas, la voirie à l'aval doit être limitée au plus à 70 km/h. **Cet aménagement est donc proscrit au milieu d'un axe limité à 90 km/h ou plus.**

Dans ce cadre, **ce scénario peut présenter une opportunité intéressante pour des sections à deux voies**, sous réserve que la suppression de la BAU soit possible tant techniquement qu'économiquement. Il peut aussi être utilisé sur des sections à trois voies ou plus, sous la réserve mentionnée ci-dessus, si le choix du scénario 1 a des conséquences sur le trafic qui ne sont pas acceptables.

En général, la longueur de la voie réservée doit se rapprocher le plus possible de la longueur de la congestion préexistante, pour éviter que celle-ci ne déborde à l'amont de l'entrée de la voie réservée. En revanche, l'aménagement impliquant une suppression des fonctions de la BAU, **il est nécessaire de limiter la longueur de l'aménagement à 3 km au plus et à mettre en place des mesures compensatoires présentées au chapitre 2.3 pour assurer la sécurité** des automobilistes et des agents d'exploitation et pour faciliter la circulation des véhicules d'intérêt général (en particulier, des services des forces de l'ordre, de secours et de l'exploitant).

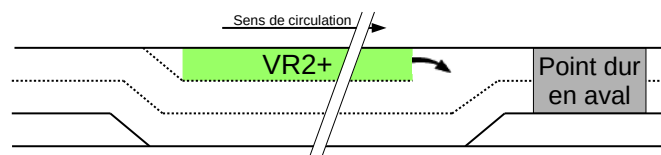


Schéma de principe du scénario 2

2.3 Contraintes imposées par le scénario 2

Sensibilité des horaires

La voie réservée est ouverte de manière permanente aux catégories de véhicules qui y sont autorisés. Il n'y a donc pas de plage horaire définie pour l'ouverture de la voie réservée.

Abaissement des vitesses

Les principaux enjeux de sécurité sont la gestion des changements de file entre les voies de circulation générale et la VR2+, de manière à assurer un différentiel de vitesse acceptable entre la VR2+ et la voie adjacente, et la sécurité de l'arrêt d'urgence.

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.

Circulation des poids lourds

L'aménagement implique une réduction des largeurs de voies, qui impose des contraintes à la circulation des PL, notamment lors de manœuvres de dépassements. En général, la mise en place d'une interdiction de dépassement pour les poids lourds (IDPL) sera nécessaire.

Si des niveaux de trafic élevé de PL (taux de PL supérieur à 7 % du trafic moyen journalier annuel, TMJA) sont incompatibles avec le maintien d'une IDPL, le profil en travers doit être adapté pour supporter les possibilités de dépassement pour les PL. Le chapitre 6.2 précise ces dispositions particulières.

Compensation de la suppression de la BAU

L'aménagement implique une suppression des fonctions de la BAU, car la voie aménagée sur l'espace de la BAU est la voie lente de la circulation générale, fortement fréquentée, à la différence d'une VRTC. **La suppression de la BAU est conditionnée par le respect des prescriptions définies ci-après.**

Compte tenu de son utilisation par les forces de l'ordre et par les unités de secours et d'intervention, une consultation des forces de l'ordre, du SDIS et du SAMU devra être conduite.

Compte tenu des enjeux de sécurité pour l'arrêt d'urgence, la suppression de la BAU, sur ces sections qui seront limitées à 70 km/h, sera expérimentée sur des projets de **longueur limitée à 3 km** et satisfaisant aux conditions suivantes :

1. implantation d'un refuge tous les kilomètres⁶;
2. vérification sur cette voie de la compatibilité des distances de visibilité avec les distances d'arrêt nécessaire pour une vitesse d'approche de 70 km/h et un niveau de performance de visibilité de niveau A, au sens du guide [Conception des routes et autoroutes – Révision des règles sur la visibilité et sur les rayons en angle saillant du profil en long](#) (Cerema, 2018);
3. vérification que l'aménagement offre aux piétons la possibilité de quitter la largeur roulable de la VSA pour se réfugier sur la berme ou en dehors de la plateforme; des discontinuités de l'ordre de la centaine de mètres restent admissibles, mais, au-delà, ce point devra être traité dans le cadre d'un écart aux règles de l'art avec une étude spécifique et des propositions de mesures compensatoires;
4. maintien d'un profil en travers suffisant afin de permettre aux secours et aux véhicules d'intervention de remonter les files de véhicules en considérant que ceux-ci sont arrêtés; il convient pour cela que la largeur roulable soit supérieure à 10,80 m pour un profil à « 2 voies + voie réservée » et à 13,00 m pour un profil à « 3 voies + voie réservée » (ces valeurs sont considérées comme suffisantes y compris en l'absence d'IDPL, les situations où un véhicule de secours doit traverser un front constitué par des PL arrêtés - dont un bus en voie réservée - étant supposées très rares);
5. supervision totale de la section et affichage sur les PMV existants des accidents survenant à l'aval.

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 nécessite des largeurs roulables préexistantes importantes, malgré le recours à des largeurs de voies réduites. 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.

6 En cas de non-respect de cette inter-distance, la présence de sorties intermédiaires, comme compensation du déficit d'offre de refuges, pourra être examinée dans le cadre du processus d'instruction des écarts aux règles de l'art.

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](#)

Structures de chaussées

Idéalement, ce scénario est adapté si la plateforme dispose d'une structure de chaussée sur la largeur de la BAU, susceptible de supporter la circulation de l'ensemble du trafic PL. À défaut, cela conduira à des travaux conséquents de reprise de la structure de la BAU.

Il convient donc de vérifier la nécessité d'une éventuelle restructuration de la chaussée de l'ancienne BAU.

Assainissement, réseaux secs

Il convient de vérifier :

- le besoin d'une reprise des réseaux d'assainissement et des réseaux secs : aucun dispositif linéaire de collecte des eaux, cadre de chambre, tampon ou regard d'assainissement implanté dans la largeur roulable (voies de circulation et bandes dérasées), en application du guide « Voies auxiliaires »⁹ – le cas d'usage de ce scénario étant assimilable à celui d'une voie auxiliaire, étant donné les trafics attendus ;
- l'impact d'une modification des dévers sur l'assainissement de la plateforme : la capacité du réseau d'assainissement existant (réseau de collecte, bassins, etc.) doit être vérifiée pour s'assurer de leur aptitude à absorber les éventuels volumes supplémentaires.

Traitement de surface

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

- le nombre et le positionnement des éventuelles boucles de comptage existantes devra être cohérent avec la position des voies modifiées ;
- le marquage préexistant 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 grenaillage ou hydrodécapage sont recommandées¹⁰. En toute circonstance, le recouvrement par peinture noire est proscrit.

Ouvrages d'art

Il convient de vérifier :

- sur les passages inférieurs existants, la portance en rive d'ouvrage. Une attention particulière doit être apportée sur la vérification de l'état du dispositif de retenue et sa conformité à la réglementation (RNER¹¹) ;
- sous les passages supérieurs, la hauteur libre sous ouvrage, notamment en cas d'une correction de dévers. En outre, si l'aménagement modifie les dispositifs de retenue au droit des piles, qui ne se retrouvent de fait plus isolées, il conviendra de vérifier leur tenue aux chocs.

Échangeurs

Si l'aménagement franchit des échangeurs intermédiaires, une modification des dispositifs d'entrée et de sortie sera nécessaire. Les impacts attendus portent sur les largeurs disponibles, sur l'implantation des équipements, et sur la signalisation directionnelle en sortie. Une attention toute particulière sera apportée au traitement de ces échanges intermédiaires dans un objectif de lisibilité et de sécurité. Le chapitre 6.3 développe ce point.

9 Cerema. *Voies structurantes d'agglomération – Aménagement des voies auxiliaires*. 2020 : chapitre 1.4.4

10 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.

11 Arrêté du 2 mars 2009 relatif aux performances et aux règles de mise en service des dispositifs de retenue routiers.

3. Études de trafic complémentaires

La création de la voie supplémentaire donne un avantage aux véhicules à occupation élevée, tout en limitant l'impact sur la circulation générale. Les usagers empruntant la voie réservée arrivent plus rapidement au niveau du point dur que les véhicules non autorisés. En amont de ce point, la voie réservée se termine par un rabattement, obligeant les véhicules autorisés à retourner dans la circulation générale.

Pour un bénéfice maximal donné aux véhicules autorisés, il est nécessaire que la réinsertion des véhicules en fin de voie réservée se fasse sans provoquer des ralentissements, qui peuvent engendrer une saturation de la voie. Pour éviter ce phénomène, la demande de véhicules autorisés doit être suffisamment faible pour qu'ils se rabattent sans difficultés.

Si l'aménagement ne comporte pas d'échangeur intermédiaire, la vérification à mener est la suivante :

$$\tau . \text{Débit total à l'amont de la voie réservée} < \text{Offre} / N$$

N est le nombre total de voies (y compris la voie réservée) au niveau de la fin de la voie réservée.

τ est le taux prévisible de véhicules empruntant la voie réservée.

Offre est le débit au niveau du point dur.

Cette vérification est à faire si on dispose des taux de véhicules autorisés effectivement mesurés dans le cadre de la campagne de 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).

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.

4.1 Signalisation verticale de police

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**.

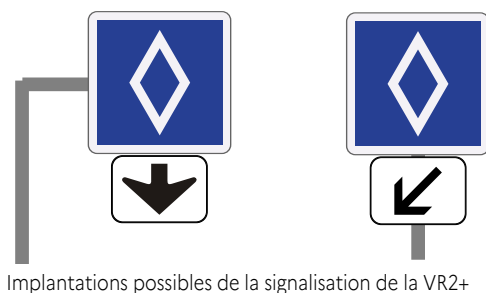
Ce panneau doit être positionné au début de la VR2+. Il est répété le long de la voie réservée, à intervalles réguliers (environ tous les 1000 m).



Signalisation de position de la VR2+

Deux solutions de mise en œuvre du Cxx sont possibles :

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



Implantations possibles de la signalisation de la VR2+

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 de la vitesse

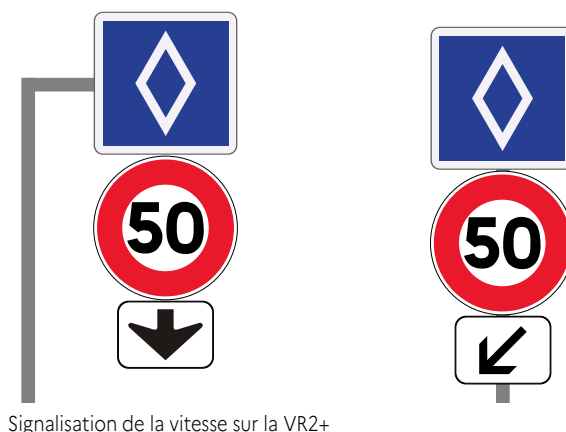
La vitesse limite autorisée de la voie réservée est fixée **de manière permanente à 50 km/h**, sur toute sa longueur. Les autres voies de circulation sont **limitées à 70 km/h de manière permanente**.

La signalisation de la VLA de la voie réservée est réalisée au moyen du panneau B14. Pour renforcer la compréhension par les usagers, la signalisation de la vitesse limite autorisée est associée au panneau Cxx.

Deux solutions de pose sont possibles :

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

Le panneau B14 n'est pas répété à droite de la chaussée (ou au-dessus des voies), du fait qu'il ne concerne que la VR2+ située à gauche des voies de circulation.

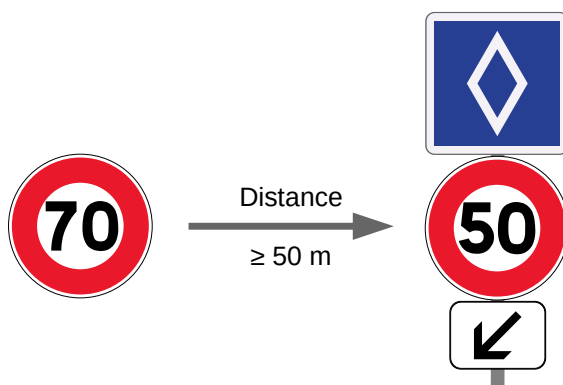


Signalisation de la vitesse sur la VR2+

Les autres voies de circulation sont limitées à 70 km/h de manière permanente. Le chapitre 5.3 donne les précisions sur l'aménagement des extrémités accompagnant cette baisse de VLA.

Lorsqu'il est nécessaire de modifier ou de rappeler la limite de vitesse autorisée sur l'une des voies, alors la VLA des autres voies doit aussi être rappelée. L'implantation de la signalisation suit l'ordre suivant :

- d'abord, les B14 de la circulation générale sont positionnés de part et d'autre de la chaussée (associé éventuellement au panneau de rappel);
- puis, à une distance de 50 m en aval, le panneau B14 rappelant la vitesse limite autorisée sur la VR2+, associé au panneau Cxx et à un panneau M3a, est positionné en TPC.

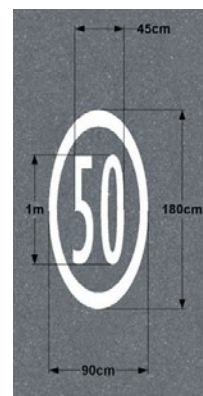


Séquence de signalisation de rappel des vitesses

■ Rappel de la vitesse au sol

S'il s'avère utile, à l'usage, de rappeler la vitesse limite autorisée pour la voie réservée, ce rappel peut être réalisé par une signalisation horizontale (article 118-3.E de l'IISR), à l'aide de la marque présentée ci-dessous*, répétée tous les 1000 m, et positionné dans l'axe de la voie réservée entre deux losanges au sol (cf. chapitre 4.2).

Cette disposition doit tenir compte des contraintes d'entretien de la signalisation, la perception doit demeurer aussi bonne que celle de la signalisation verticale.



Rappel de la VLA de la VR2+ par marquage

Signalisation d'indication complémentaire

■ Signalisation du début de voie réservée

Pour signaler le début de la VR2+, un panneau de type C24a, qui représente la création de la voie réservée*, est positionné des deux côtés (en TPC et en accotement) de la section courante, à une distance de 50 m en amont du début du biseau de création de la voie.

Ce panneau, différent du cas d'un élargissement classique, permet de signifier aux usagers non autorisés que la présence de la voie réservée ne les oblige pas à effectuer des changements de file.

Ci-contre est représenté le panneau pour une section amont à 2 voies.

Ce panneau permet de compenser une éventuelle visibilité réduite sur le début de la VR2+ (en particulier si le panneau Cxx signalant le début de la voie réservée n'est pas implanté au-dessus de la voie).



Signalisation du début de la VR2+

■ Signalisation de rabattement

La fin de voie réservée se fait par rabattement de la VR2+, dont la signalisation est obligatoire. Un panneau de type C28 doit être employé conformément à l'IISR. Il est positionné des deux côtés (en TPC et en accotement) de la section courante, en pré-signalisation (accompagné d'un panneau M1) et en position.



Signalisation de rabattement

■ Information de la voie réservée

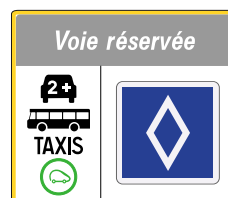
Compte tenu de la nouveauté du panneau Cxx, il est nécessaire d'informer l'utilisateur de la présence d'une VR2+, et des catégories de véhicules autorisés à y circuler. Cette information se fait au moyen de *panneaux de type SR**, positionnés en section courante, en accotement et en TPC, en amont du début de la VR2+.

Il doit être visible depuis chaque voie de circulation, à la distance de lecture L_c^{12} .

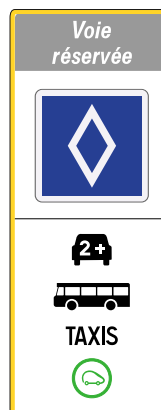
Sur les bretelles d'entrée des échangeurs franchies par la VR2+, le panneau de type SR est positionné en amont du panneau AB3a.

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 du contrôle de l'usage de la VR2+

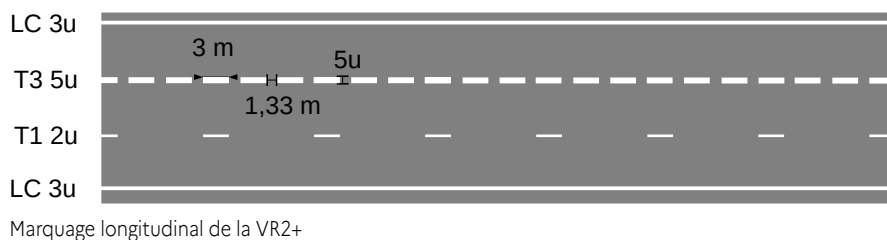
L'article L.130-9-1 du Code de la route spécifie: « V.-L'arrêté mentionné au IV [autorisant la mise en place de dispositifs de contrôle automatisé de l'usage de la VR2+] précise les modalités d'information du public préalables à la mise en place des dispositifs de contrôle automatisé. »

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

12 La distance de lecture est définie au chapitre 8.1 du guide « Conception des routes et autoroutes – Révision des règles sur la visibilité et sur les rayons en angle saillant du profil en long »

4.2 Signalisation horizontale

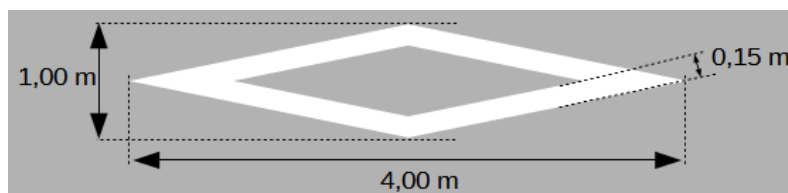
Le marquage de séparation entre la VR2+ et la circulation générale est de type T3-5u*. Ce marquage de séparation entre la VR2+ et les voies de circulation générale est intégralement inscrit dans les emprises de la voie réservée.



Marquage longitudinal de la VR2+

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 blanc**. Le losange au sol est implanté en entrée de voie réservée, utilisé trois fois, et espacé de 50 m. Il est ensuite rappelé tous les 1000 m sur toute la longueur de la voie réservée (on veillera à positionner le losange au sol au même niveau qu'un panneau Cxx).



Marquage au sol de la VR2+

4.3 Signalisation directionnelle

L'aménagement, consistant en l'ajout d'une voie supplémentaire, a un impact sur la signalisation directionnelle des sorties préexistantes franchies par la voie réservée. Dans la mesure où il s'agit d'une expérimentation, des solutions non conformes à l'IISR peuvent être étudiées sans modification substantielle des panneaux existants. Cela nécessitera une demande d'autorisation d'expérimentation auprès de la DSR et de la DIT, qui fera l'objet d'un examen au cas par cas. Dès lors que la pérennité de l'aménagement sera avérée, une mise en conformité de la signalisation devra être mise en œuvre.

Pour chaque échangeur franchi, les adaptations à apporter à la signalisation existante doivent faire l'objet d'une étude spécifique. Le chapitre 6.4 relatif à la conception aux échangeurs donne en particulier. Les principaux impacts prévisibles pour le franchissement d'une sortie en déboîtement et d'une sortie en affectation, et les compensations pouvant rendre acceptables des dispositions dérogatoires.

4.4 Schéma synoptique en section courante

Le schéma ci-après représente le principe de signalisation de la VR2+ en section courante, intégrant les renforts de marquages s'ils s'avèrent nécessaires à l'usage. Pour les extrémités de VR2+ et les franchissements d'échangeurs, se reporter au chapitre 6.

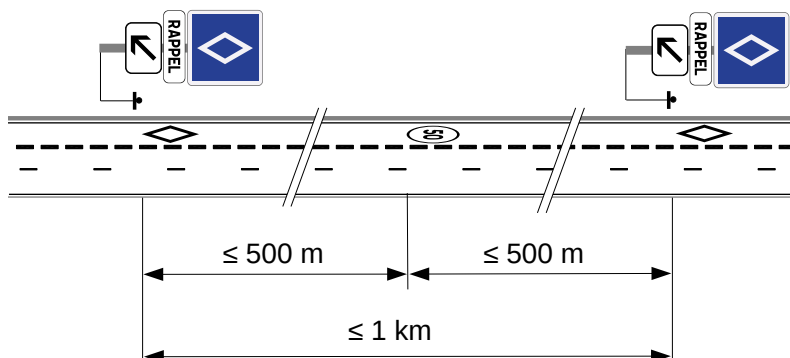


Schéma synoptique de signalisation en section courante - avec renforts de marquage

5. Visibilité

La vérification des visibilitées 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).

Ces vérifications sont faites à une vitesse de 70 km/h sur les voies de circulation générale. **Compte tenu des enjeux de sécurité, 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+ à une vitesse de 70 km/h.**

Le concepteur doit porter une attention particulière à la vérification des conditions de visibilité depuis toutes les voies de circulation, modifiées par l'aménagement de la voie réservée.

En outre, compte tenu des enjeux de sécurité sur l'arrêt d'urgence engendrés par la suppression de la BAU, la visibilité sur obstacle en tout point de la voie de droite doit être vérifiée à un niveau de performance de visibilité A.

6. Géométrie

L'aménagement implique une baisse de la VLA à 70 km/h sur les voies de circulation générale. Afin d'assurer une conception adaptée aux contraintes géométriques et d'induire un comportement cohérent avec les vitesses réglementaires, les règles suivantes ont été définies.

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

Largeurs préconisées

La VR2+ a une largeur normale de 3,50 m avec une BDG de 0,50 m. Toute réduction de la largeur de la VR2+ et de la BDG 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.

Les autres éléments du profil en travers sont dimensionnés comme suit :

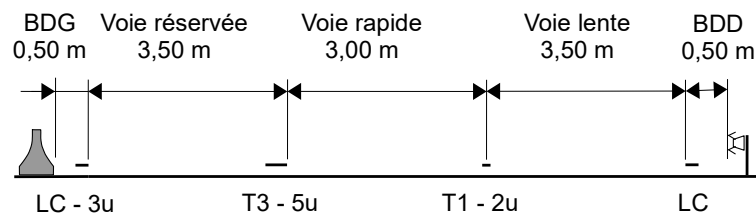
- la voie de droite a une largeur normale de 3,50 m. La largeur de 3,50 m est adaptée à une voie limitée à 70 km/h, mais qui conservera, pour l'expérimentation, les principes d'une voie à caractéristiques autoroutières (de par sa signalisation, ses équipements, et la typologie de trafic supporté);
- les autres voies de circulation générale ont une largeur de 3,00 m;
- la BDD a une largeur minimale de 0,50 m.

Ce profil doit être accompagné d'une IDPL.

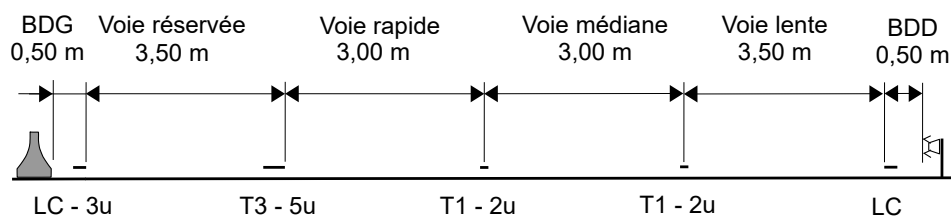
Une largeur de la voie adjacente à gauche de la voie lente (voie médiane ou voie rapide selon le profil en travers) de 3,25 m est recommandée si le taux de PL sur la section est supérieur à 7 % du Trafic moyen journalier annuel TMJA. Dans ce cas, la mesure d'IDPL n'est pas nécessaire.

Le profil en travers standard peut s'adapter à la largeur roulable préexistante de la section courante d'une voie à caractéristiques autoroutières :

- Pour un profil à 2 voies, d'une largeur roulable de 11,00 m¹³



- Pour un profil à 3 voies, d'une largeur roulable de 14,00 m¹⁴



13 Profil initial : BDG de 1,00 m, voies de circulation de 3,50 m, BAU de 3,00 m.

14 Profil initial : BDG de 1,00 m, voies de circulation de 3,50 m, BAU de 2,50 m

Règles de réduction du profil en travers

Dans le cas où la largeur roulable disponible sur la section ne permet pas de respecter le profil en travers décrit précédemment, les marges de manœuvres sont extrêmement réduites. La réduction des éléments du profil en travers sera considérée comme un écart aux règles de l'art, qui devra faire l'objet d'une instruction spécifique¹⁵.

Dans ce cadre, la largeur de la voie réservée ne peut être inférieure à 3,50 m, et la largeur des voies de circulation générale ne peut être inférieure à 3,00 m.

Lorsque la section pré-existante présente des largeurs roulables réduites ponctuellement (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. Dans tous les cas, leur largeur ne doit pas être inférieure à 0,30 m.

Largeur roulable minimale

Contrairement aux dispositions du guide VSA90/110 (chapitre 7.5.2.2), le maintien du nombre de files de circulation, en mode dégradé, au droit d'un véhicule en panne n'est pas obligatoire.

Par ailleurs, compte tenu des enjeux de sécurité et d'exploitation générés par la suppression de la BAU, le profil en travers doit être suffisant pour permettre aux secours et aux véhicules d'intervention de remonter les files de véhicules en considérant que ceux-ci sont arrêtés. Il convient pour cela que la largeur roulable soit :

- supérieure à 10,80 m pour un profil à « 2 voies + voie réservée » ;
- supérieure à 13,00 m pour un profil à « 3 voies + voie réservée ».

Ces valeurs sont considérées comme suffisantes y compris en l'absence d'IDPL, les situations où un véhicule de secours doit traverser un front constitué par des PL arrêtés – dont un bus en voie réservée – étant supposées très rares.

Zone de sécurité

La zone de sécurité comprend une zone de récupération et une zone de gravité limitée où tout dispositif agressif doit être exclu, sinon isolé.

Comme l'aménagement implique un rapprochement des voies de circulation des éventuels obstacles latéraux, la zone de sécurité doit être vérifiée. Sa largeur est, à compter du bord de la chaussée, de 7,00 m, pour une section limitée à 70 km/h.

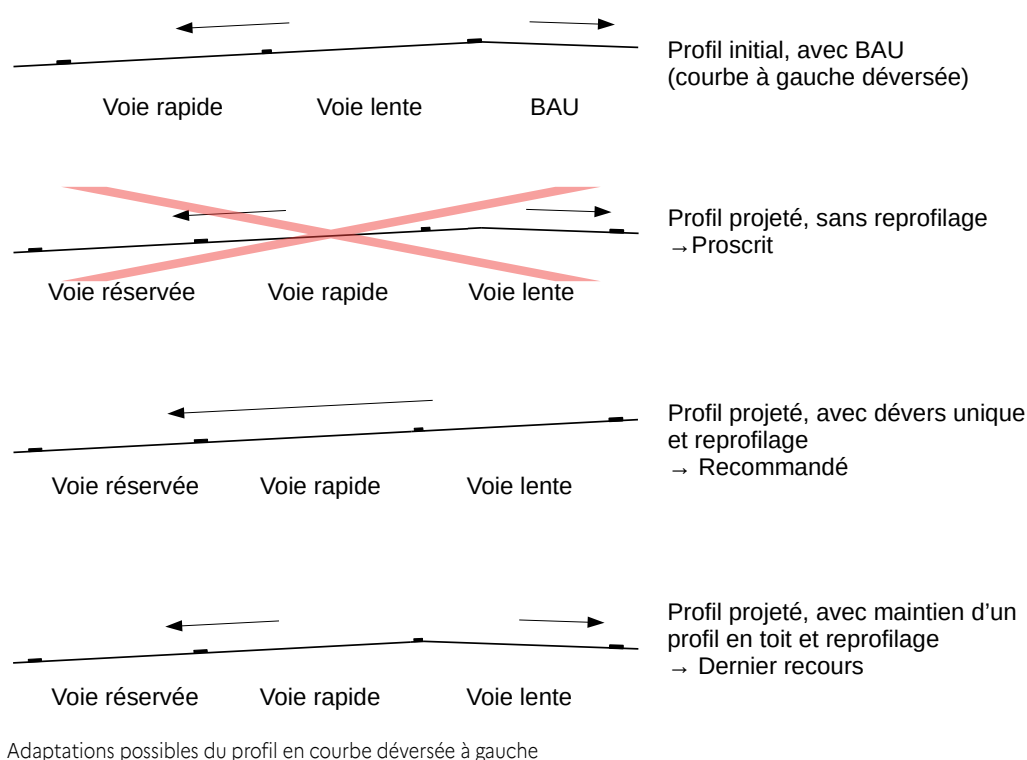
Sur les sections sans dispositifs de retenue, il conviendra d'aménager une zone de récupération en créant une BDD de 2,00 m dont 1,00 m revêtu ou de mettre en œuvre des dispositifs de retenue.

Pentes transversales

En principe, la chaussée a une pente unique. La voie lente étant aménagée sur l'ancien espace de la BAU, les règles suivantes s'appliquent spécifiquement sur cette voie :

- une chaussée de pente unique est recommandée, sauf difficultés particulières (capacité du réseau d'assainissement en TPC, gabarit sous ouvrage, etc.);
- en dernier recours : le dévers de la voie lente peut être différent de celui du reste de la chaussée. C'est notamment le cas dans les courbes à gauche déversées, où la BAU est généralement déversée vers l'extérieur. La pente transversale de la voie lente doit être unique. Cette disposition pourra nécessiter une reprise ponctuelle de la pente transversale, en particulier dans les courbes à gauche déversées. En outre, il est déconseillé d'implanter un début ou une fin d'aménagement dans de telles configurations.

¹⁵ Pour le RRN non concédé, il s'agit de la procédure d'instruction des écarts aux règles de l'art, définie dans l'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – version en vigueur. Pour le RRN concédé, il s'agit d'une dérogation approuvée par décision ministérielle.



6.3 Début et fin de VR2+ en section courante

Le début et la fin de la VR2+ se réalisent uniquement en section courante de la VSA et doivent respecter un enchaînement de changements de profils en travers, en cohérence avec une séquence de signalisation. Pour les changements de profil en travers, on appliquera les principes de conception de déport transversal définis dans les guides de référence. Le concepteur devra en outre assurer une visibilité satisfaisante de ces lieux pour la circulation générale.

Début de VR2+

Le début de la VR2+ est composé de trois zones :

- la zone d'approche, qui permet d'introduire l'IDPL et la limitation de vitesse à 70 km/h avant la réduction du profil en travers. Elle débute par la signalisation d'information de type SR et est suivie par une séquence de signalisation, dépendant de la VLA de la section amont :
 - si elle est de 90 km/h, un panneau B3a est positionné en aval du panneau SR, à une distance comprise en 50 et 100 m. Le B14 à 70 km/h est positionné à une distance de 150 à 200 m du début de l'IDPL ;
 - si la VLA de la section amont est de 110 km/h, la zone d'approche comporte un palier d'abaissement de la vitesse à 90 km/h (cf. article 63b¹⁶ de l'IISR). Le B14 à 90 km/h, accompagné du panneau B3a, est positionné en aval du panneau SR, à une distance comprise en 50 et 100 m. La longueur recommandée du palier (égale à la distance entre le B14 à 90 km/h et le B14 à 70 km/h) est de 150 à 200 m.

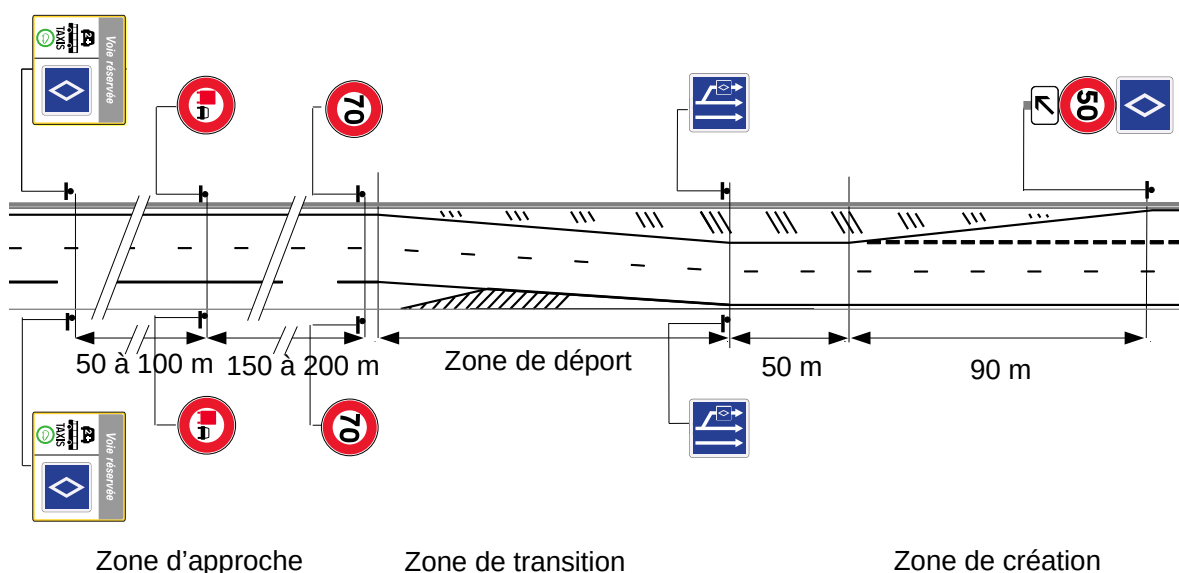
Le profil en travers sur cette zone est inchangé.

¹⁶ Sur les autoroutes et les routes à chaussées séparées, on implante plusieurs panneaux avec l'indication de vitesses dégradées par paliers de 20 km/h. Les panneaux sont espacés de 100 m. Sur les autoroutes et les routes à chaussées séparées, cette distance peut être augmentée, sans cependant dépasser 200 m.

- la zone de transition, qui permet de réduire le profil en travers en cohérence avec la nouvelle vitesse. À partir des B14 signalant la baisse de vitesse, les largeurs de voies sont réduites et la BAU est supprimée, par déport transversal vers la droite¹⁷. La suppression de la BAU est marquée conformément à l'IISR (art.114-4.B de la 7^e partie). En aval, le profil en travers réduit est maintenu sur une longueur de 50 m. La signalisation de l'entrée de la VR2+ est assurée sur la section courante, simultanément sur accotement et en TPC, par un *panneau de type C24a**, situé à une distance de 50 m du début du biseau;
- la zone de création de la VR2+, par décrochement, avec implantation, en position (en fin de biseau), du panneau Cxx. L'implantation de ce panneau en portique au-dessus de la VR2+ est fortement recommandé, car elle permet d'offrir une meilleure visibilité et une meilleure lisibilité du début de la voie réservée. La longueur du biseau de création de la voie réservée a une longueur de 90 m. Le marquage en T3-5u débute dès le début du biseau de décrochement.

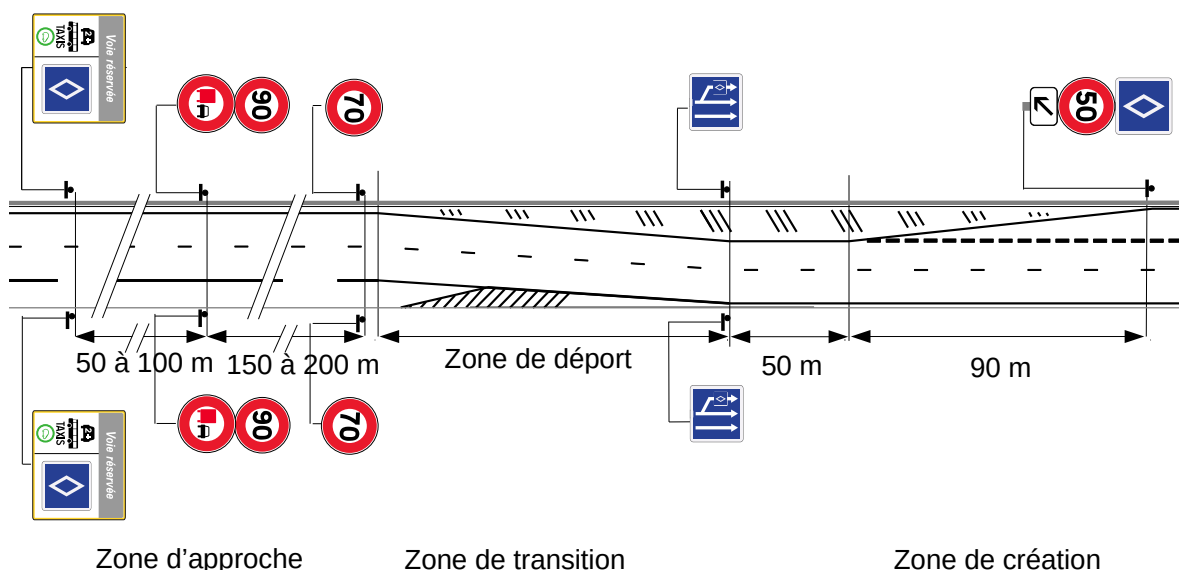
Il est recommandé de marquer la zone avec BDG élargie par des hachures (*par exemple, des blocs de trois hachures distantes de 5 m chacune et pentées de 50 %, les blocs étant espacés d'environ 25 m et écartés de la largeur de BDG du bord de la ligne de rive sans être inférieur à 0,50 m**). Des balises J11 implantées tous les 4,00 m, pourront compléter le dispositif.

- Début de VR2+ sur une section à 90 km/h



¹⁷ Un déport vers la droite présente l'avantage de limiter les manœuvres de déport des véhicules circulant sur la voie de droite (en particulier les PL).

- Début de VR2+ sur section à 110 km/h



Fin de VR2+

La fin de VR2+ se fait par rabatement sur les voies de circulation générale. Son dimensionnement suit les principes fixés par l'IISR dans le cas d'une autoroute. Le rabatement est présignalé au moins d'un panneau C28 accompagné d'un panonceau M1, positionné de part et d'autre de la chaussée, à une distance de 100 m en amont du début du biseau. Le C28 en position, est implanté de part et d'autre de la chaussée au niveau du début du biseau.

Étant donné la localisation de l'aménagement sur les extrémités de pénétrantes, **la VLA de la section en aval de la fin de la VR2+ doit être au plus égale à 70 km/h**. Le dimensionnement géométrique du rabatement dépend du type de voirie (et son profil en travers) auquel aboutit la section aménagée :

- si la section de route en aval de la fin de la VR2+ n'est pas considérée comme une route à caractéristiques autoroutières (section terminale d'une pénétrante en milieu très urbain par exemple, débouchant sur une voirie urbaine) et si la fin de la section aménagée n'a pas le statut d'autoroute, alors le traitement du profil en travers en aval est cohérent avec la voirie d'extrémité, le milieu traversé et les fonctionnalités de cette section¹⁶. Les dimensions du dispositif sont conformes à l'IISR, pour une V15 égale à 70 km/h :

Longueur du biseau de rabatement	Distance entre la 1 ^{re} flèche et début du biseau = 1 ^{re} interdisance entre les flèches	2 ^e interdistance entre les flèches
78 m (L)	3 x 13 = 39 m	2 x 13 = 26 m

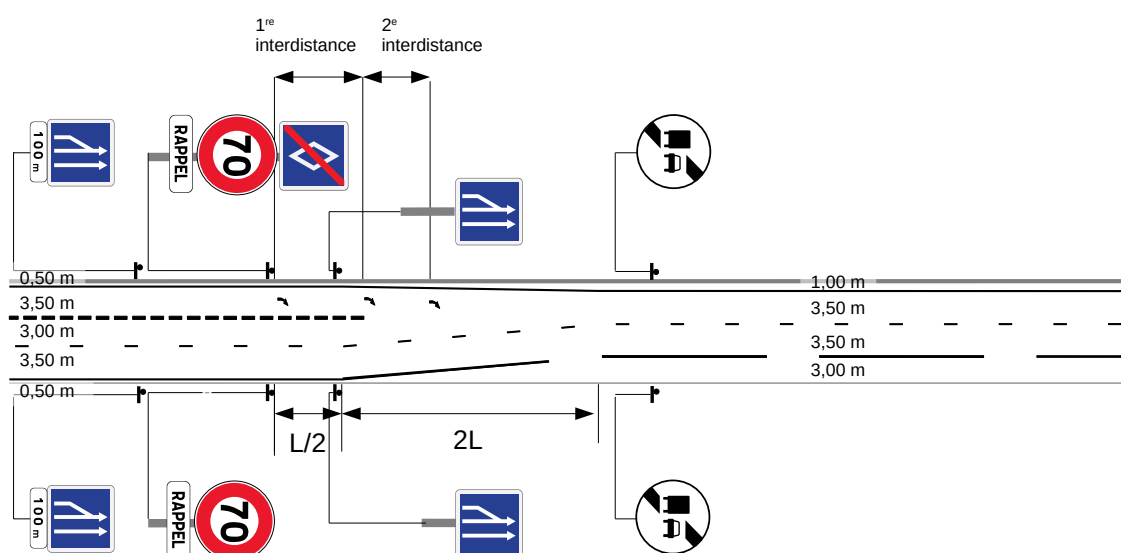
- si la section de route entre la fin de la VR2+ et la bifurcation autoroutière (menant à une rocade par exemple) est considérée comme une route à caractéristiques autoroutières, alors le profil en travers en aval doit être traité en conséquence (augmentation des largeurs de voie, reprise d'une BAU, etc.). L'IISR définit les dimensions du dispositif de rabatement, pour une V15 minimale égale à 80 km/h. À titre expérimental, un dimensionnement avec une V15 à 70 km/h est proposé* (on prendra pour ce faire L = 78 m) :

Disposition	Distance entre la 1 ^{re} flèche et début du biseau	Longueur du biseau de rabattement	1 ^{re} interdistance entre les flèches	2 ^e interdistance entre les flèches
Conforme IISR (V15 = 80 km/h)	59 m (L/2)	234 m (2L)	5 x 13 = 65 m	4 x 13 = 52 m
Expérimentale* (V15 = 70 km/h)	39 m (L/2)*	156 m (2L)*	4 x 13 = 52 m*	3 x 13 = 39 m*

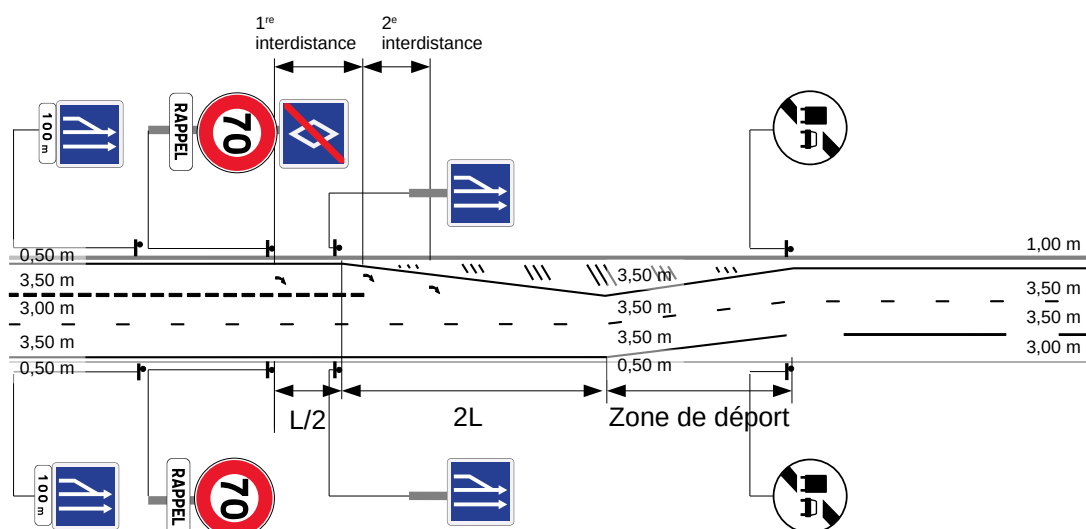
Dans les deux cas, le Cyy de fin de VR2+ est positionné en TPC au niveau de la 1^{re} flèche de rabattement. Dans le même plan, est positionné un B14 de rappel de la vitesse à 70 km/h, de part et d'autre de la chaussée. Le marquage en T3-5u est maintenu jusqu'à la 2^e flèche de rabattement (fin de la 1^{re} interdistance).

NB : Les schémas ci-après ne représentent que des configurations consistant en une reprise du profil en travers en pleine section courante, équivalent à la situation préexistante. Selon les besoins en aval en termes de profil en travers, d'autres solutions de traitement sont possibles.

■ Fin de VR2+ : dispositif court



■ Fin de VR2+ : dispositif long



Extrémités de VR2+ à proximité des points singuliers

Les dispositions du chapitre 4.5 du guide VR2+ s'appliquent, avec les modifications suivantes sur la définition conventionnelle du début et de la fin de VR2+ :

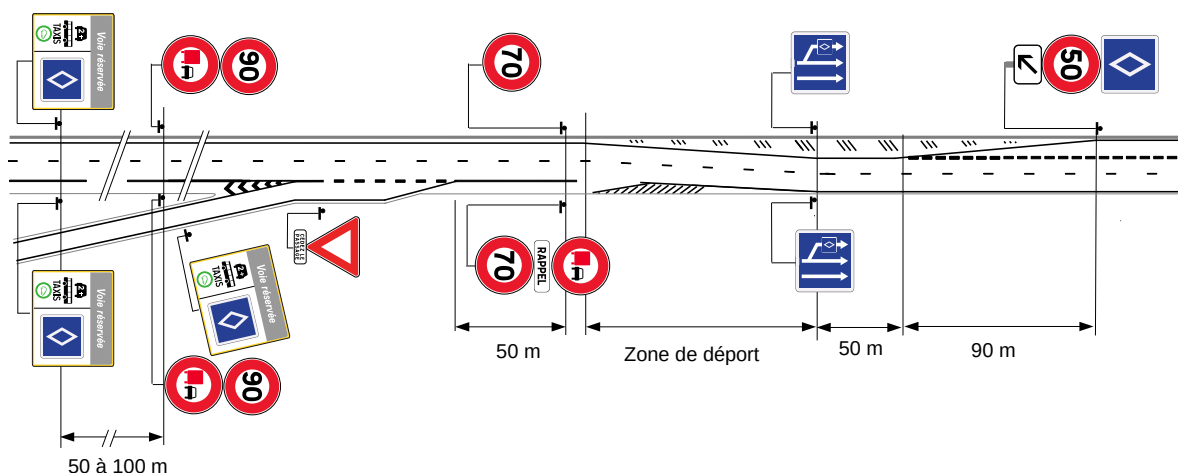
- le début d'une VR2+ correspond à la portion commençant par la signalisation d'information (panneau type SR) et se terminant par le 1^{er} panneau Cxx créant la VR2+. Il comprend également les zones de modification du profil en travers (déport et création de voie);
- la fin d'une VR2+ correspond à la portion commençant par le panneau C28 en présignalisation et se terminant par la zone de modification du profil en travers (biseau de suppression de voie et éventuels déports).

Au vu de la longueur du dispositif de début de la VR2+, son positionnement en aval d'une entrée ou d'une sortie peut s'avérer incompatible avec la configuration de l'infrastructure (en particulier si la VLA de la section amont est de 110 km/h). Dans ce cas, les adaptations suivantes sont possibles :

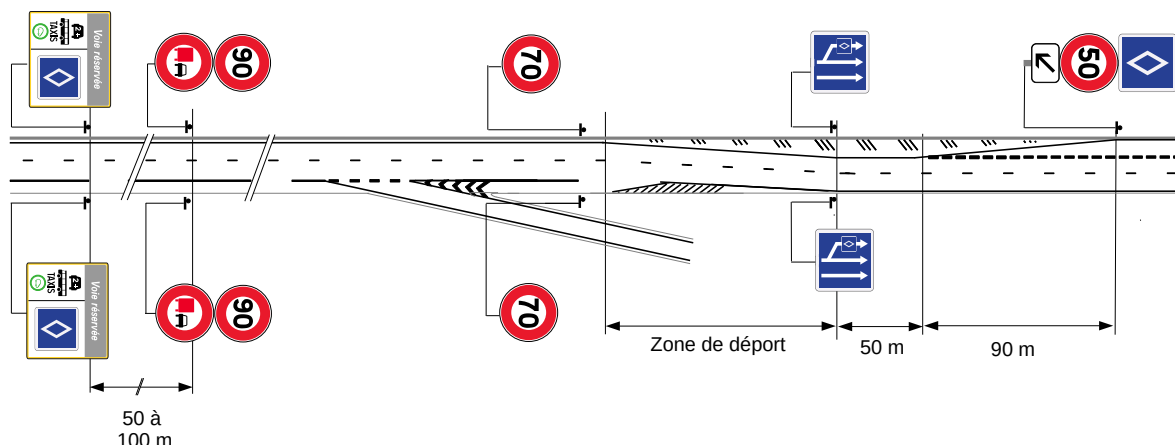
- d'abord, on réduit la distance entre les panneaux de signalisation de la zone d'approche, pour atteindre une longueur minimale de la zone de 50 m sur VSA 90, et de 200 m sur VSA 110);
- si ce n'est pas suffisant, le dernier recours consiste à englober l'accès dans la zone d'approche, et à conserver la zone de transition et la zone de création en aval de l'accès. Dans ce cas, le début de la VLA de 70 km/h est 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. Ces dispositions de dernier recours impliquent donc une réduction de la VLA en traversée de l'accès à 90 km/h.

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



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



6.4 Conception aux échangeurs

Chaque échangeur franchi devra faire l'objet d'une étude spécifique.

La création de la VR2+ impliquera une modification de la configuration des échangeurs. Il sera notamment nécessaire de s'assurer de la compatibilité des bretelles avec un éventuel nouveau profil en travers. Aussi, il faudra contrôler les visibilités caractéristiques au niveau des échanges et vérifier le cas échéant les modifications des conditions de fonctionnement pour le cas de sorties en affectations.

Un travail d'optimisation doit être mené en utilisant tous les leviers d'action existants, pour limiter les besoins d'emprise complémentaire et éviter les décalages trop importants des dispositifs de sortie projetés par rapport à la signalisation directionnelle existante (cf. chapitre 4.3). On recherchera en particulier à **utiliser les largeurs roulables disponibles** (comprenant les bandes dérasées des bretelles) pour réaliser l'aménagement.

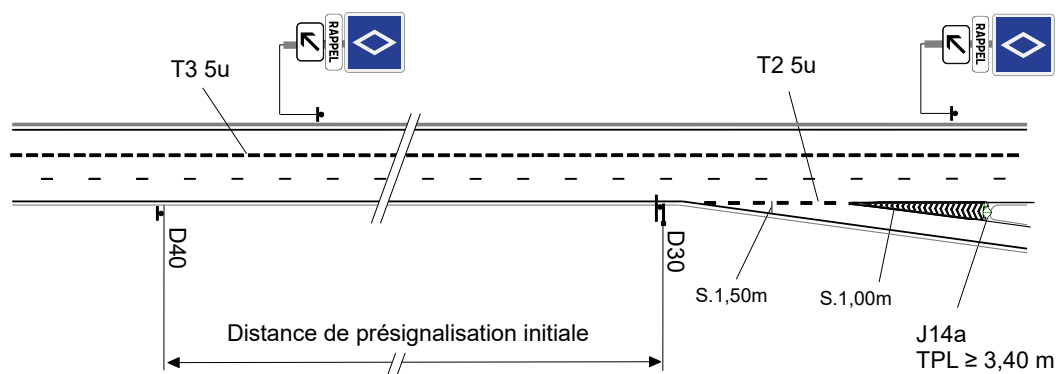
L'annexe 2 illustre un exemple d'optimisation possible de la géométrie d'un accès franchi par la voie réservée.

Dans le cas spécifique de sorties de VSA par la gauche, la VR2+ ne peut pas se poursuivre et doit être interrompue suffisamment en amont pour limiter l'impact sur le fonctionnement de cette sortie.

Pour information, les VR2+ ayant vocation à se situer dans les sections où s'observe la congestion récurrente, il n'y a pas lieu de limiter leurs entrées et sorties au droit des échangeurs. Les usagers de la VR2+ peuvent entrer ou sortir en section courante sur tout le linéaire de la VR2+.

Ci-après sont présentés les cas courants d'entrée et de sortie, et les dispositions particulières pour limiter le recours à des emprises supplémentaires. Pour le dimensionnement géométrique et en marquage, la valeur de L est prise à 78 m (valable pour une vitesse de 70 km/h).

Franchissement d'une sortie en déboîtement



Il est prévisible que les supports de signalisation directionnelle existants ne permettent pas de respecter l'IISR. Ci-dessous sont donnés les principaux impacts prévisibles, **et les compensations qui doivent être appliquées**, afin de rendre acceptables des dispositions dérogatoires, à savoir le maintien de la présignalisation D40 et la signalisation avancée D30 à leur position initiale :

Non-conformités	Compensations possibles
Non-respect de la distance de présignalisation (distance entre D40 et D30 parcourue en 30 secondes, soit 750 m à 90 km/h ou 900 m ou 110 km/h), du fait d'une baisse de la VLA à 70 km/h (environ 600 m)	Pas de modification nécessaire du dispositif, comme la distance de présignalisation initiale est supérieure à la distance de présignalisation théorique à 70 km/h.
Non-respect de la position du D30, implanté au point S.1,50 m du biseau de déboîtement initial, du fait d'un décalage du nouveau biseau vers l'aval. Selon toute vraisemblance, le nouveau point S.1,50 m sera positionné en aval du D30. Dans certains cas, il est possible que le début du biseau le soit également.	<p>Pas de repositionnement du D30. Un travail d'optimisation de la géométrie de la sortie doit être mené pour limiter la distance entre le D30 et le nouveau point S.1,50 m.</p> <p>En termes de visibilité, du fait du décalage du début du biseau à l'aval du D30, la co-visibilité devra être assurée à la fois sur le D30 et la balise J14, mais également sur le D30 et l'entame du biseau de sortie, pour un observateur positionné à la distance dms en amont du D30 (égale à 3v depuis la voie de droite, et à 6v pour sa voie adjacente à gauche, avec v en m/s – pour rappel $v \approx 20$ m/s)*.</p>

* Pour plus de détails, de reporter au chapitre 8.2 de la partie 1 du guide [Conception des routes et autoroutes – Révision des règles sur la visibilité et sur les rayons en angle saillant du profil en long](#)

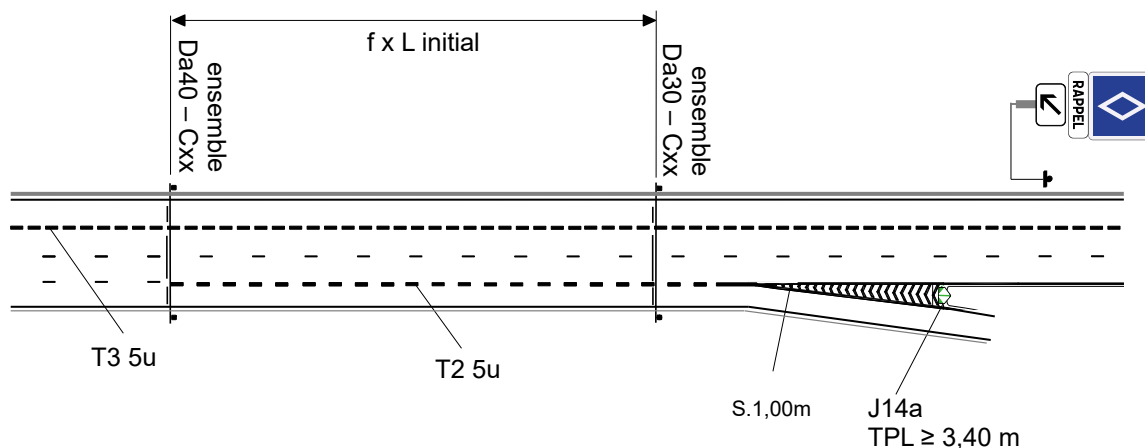
La bretelle de sortie a une largeur de 3,50 m. La largeur normale de la BDD le long de la bretelle est fixée à 1 m. Elle peut être réduite à 0,50 m, en vérifiant la cohérence avec le type de voirie existant en aval et son profil en travers.

Le maintien de l'obliquité initiale est recherché.

Au niveau du divergent, on vérifiera que la pente transversale de la zone comprise entre les bandes dérasées (BDD de la chaussée émettrice et BDG de la bretelle) puisse satisfaire aux conditions d'implantation de l'éventuel dispositif frontal de retenue et de la balise de divergent (à titre d'information, une pente de 5 % maximum est acceptable). Il convient d'éviter dans la mesure du possible tout emmarchement entre la section courante et la bretelle avant leur séparation physique.

Pour s'inscrire dans les largeurs roulables disponibles, corriger d'éventuels défauts existants de géométrie du divergent et améliorer la visibilité sur la sortie, le tpl peut être réduit à un minimum absolu de 3,40 m (correspondant à une balise J14a de 2,00 m espacée de 0,70 m de la chaussée émettrice et de la bretelle). Cette disposition consiste en un décalage du tpl vers l'amont.

Franchissement d'une sortie en affectation



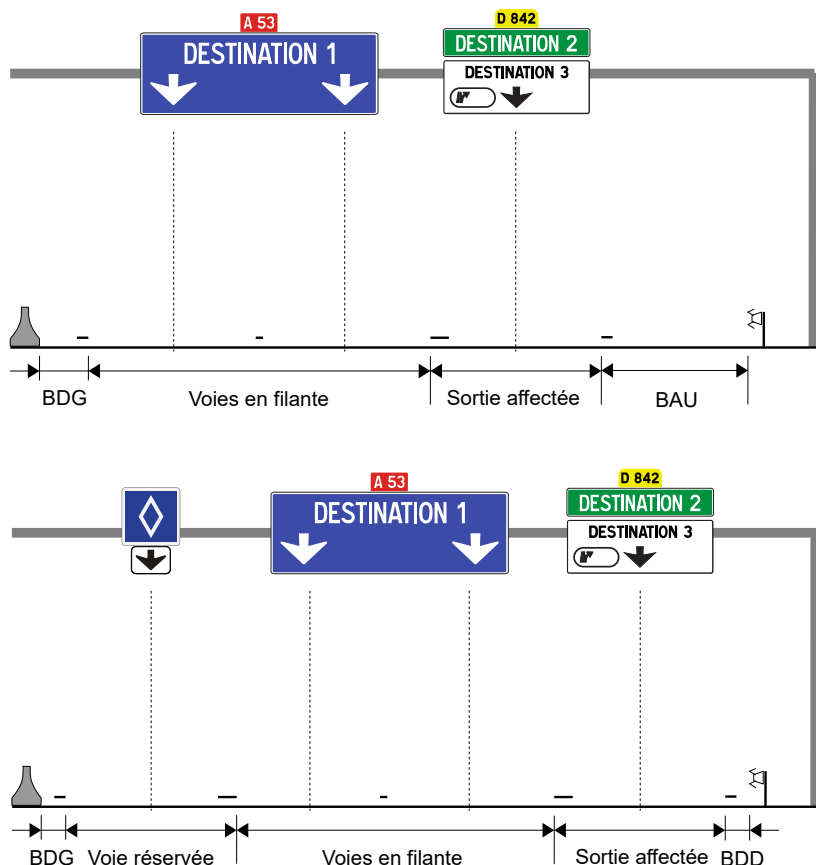
La configuration est dimensionnée, considérant L égal à 78 m.

Il est prévisible que les supports de signalisation directionnelle existants ne permettent pas de respecter l'IISR. Ci-dessous sont donnés les principaux impacts prévisibles, et **les compensations qui doivent être appliquées**, afin de rendre acceptables des dispositions dérogatoires, à savoir le maintien de la présignalisation Da40 et la signalisation avancée Da30 à leur position initiale :

Impacts prévisibles	Compensations possibles
Non-respect de la distance de présignalisation (distance entre Da40 et Da30, correspondant à $f \times L$, avec f le nombre de changements de voie et L la longueur de changement de voies): $f \times L$ (VLA initiale) > $(f+1) \times L$ (70 km/h) si la VLA est supérieure à 90 km/h*	Pas de modification, comme la distance de présignalisation initiale est supérieure à la distance de présignalisation théorique à 70 km/h.
Non-respect de la position du Da30, implanté au point initial de divergence des voies, du fait d'un décalage vers'aval de ce point de divergence	Prolongement possible de la ligne continue 5u entre le Da30 et le nouveau nez géométrique du divergent. En termes de visibilité, du fait du décalage entre le panneau Da30 et le point de divergence des voies, la distance visibilité sur la sortie doit être assurée au niveau NPV A.
Non-respect de la position des registres, du fait du décalage des voies de circulation générale vers la droite	Déplacement des registres, sous réserve des vérifications structurelles ad hoc, vers la droite du support, pour centrer au mieux les flèches d'affectation à l'axe des nouvelles voies de circulation générale.
Non-respect du registre en filante, en pré-signalisation et en signalisation avancée, qui comporte initialement N flèches d'affectation, pour (N+1) voies après aménagement	Mise en place, à l'axe de la VR2+, d'un panneau Cxx accompagné d'un panonceau M3d. Dans certains cas, d'autres solutions sont possibles (comme l'ajout d'une flèche d'affectation en filante), selon les dimensions des panneaux existants.

* Comme $L = 120$ m à 90 km/h et 80 m à 70 km/h, $f \times L_{(90 \text{ km/h})} = (f+1) \times L_{(70 \text{ km/h})}$

Le schéma ci-après illustre les compensations possibles à faire sur les registres, dans le cas où les supports de signalisation sont conservés.



Compensation possible pour la signalisation directionnelle en affectation

Dans le cas où le projet nécessite le remplacement d'un au moins des supports, l'ensemble la séquence de signalisation directionnelle doit être conforme à l'IISR.

La bretelle de sortie a une largeur de 3,50 m. La largeur normale de la BDD le long de la bretelle est fixée à 1,00 m. Elle peut être réduite à 0,50 m, en vérifiant la cohérence avec le type de voirie existant en aval et son profil en travers.

Le maintien de l'obliquité initiale est recherché.

Au niveau du divergent, on vérifiera que la pente transversale de la zone comprise entre les bandes dérasées (BDD de la chaussée émettrice et BDG de la bretelle) puisse satisfaire aux conditions d'implantation de l'éventuel dispositif frontal de retenue et de la balise de divergent (à titre d'information, une pente de 5 % maximum est acceptable). Il convient d'éviter dans la mesure du possible tout emmarchement entre la section courante et la bretelle avant leur séparation physique.

Pour s'inscrire dans les largeurs roulables disponibles, corriger d'éventuels défauts existants de géométrie du divergent et améliorer la visibilité sur la sortie, le tpl peut être réduit à un minimum absolu de 3,40 m (correspondant à une balise J14a de 2,00 m espacée de 0,70 m de la chaussée émettrice et de la bretelle). Cette disposition consiste en un décalage du tpl vers l'amont.

La voie médiane devenant voie de droite en filante, sa largeur est portée à 3,50 m en amont du Da40, afin de permettre la circulation des PL et de faciliter les manœuvres de changement de voie. La fin de l'élargissement de la voie doit être effectif au plus tard au niveau du Da40.

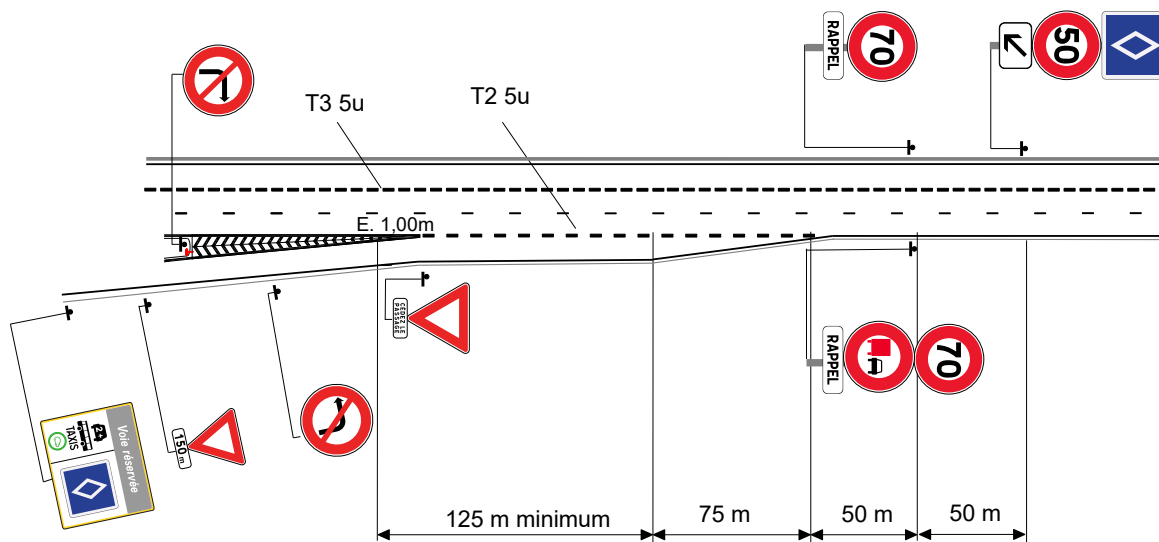
Enfin, il est déconseillé d'aménager une VR2+ au niveau d'un divergent autoroutier avec 2 voies ou plus affectées en sortie.

Franchissement d'une sortie en pseudo-affectation

Point de vigilance

Les sorties en pseudo-affectation constitueront probablement les dispositifs les plus contraignants, du fait des emprises disponibles, peu compatibles avec les besoins de largeur. Une alternative pourrait être une transformation vers une sortie de type déboîtement, mais la signalisation directionnelle pré-existante (Da40 et Da30) posera de fortes interrogations sur leur lisibilité pour signaler un déboîtement. Si l'expérimentation impacte des sorties en pseudo-affectation, alors le projet fera l'objet d'une étude au cas par cas.

Franchissement d'une entrée en insertion



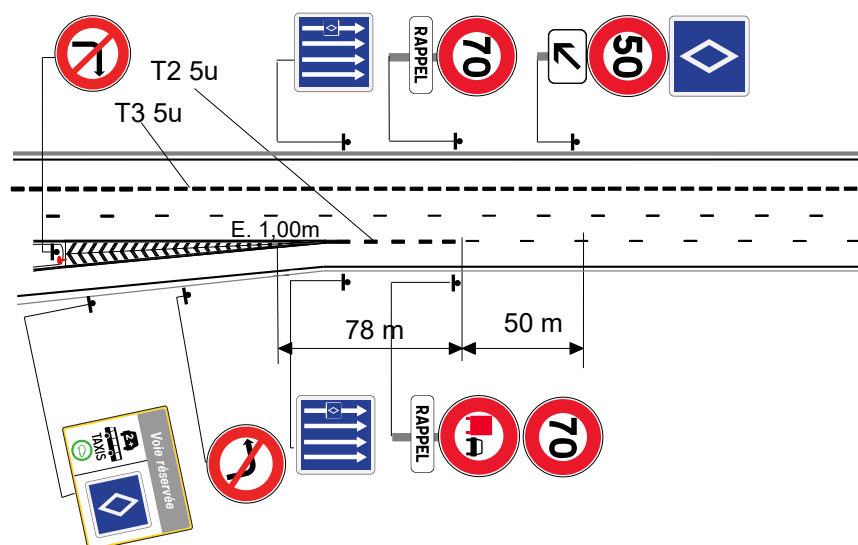
Le maintien de l'obliquité initiale est recherché.

Au niveau du convergent, on vérifiera que la pente transversale de la zone comprise entre les bandes dérasées (BDD de la chaussée réceptrice et BDG de la bretelle) n'excède pas 25 %. Il convient d'éviter dans la mesure du possible tout emmarchement entre la section courante et la bretelle avant leur séparation physique.

En cohérence avec une VLA de 70 km/h et afin de minimiser les emprises supplémentaires, les dispositions suivantes sont envisagées :

- la longueur de la zone de manœuvre pourra être réduite à 125 m. La longueur du biseau d'insertion est maintenue à 75 m ;
- la largeur de la BDD pourra être réduite au minimum absolu de 0,50 m ;
- la largeur de la bretelle est de 3,50 m. En cas de trafic PL entrant faible, cette largeur pourra être réduite à 3,00 m minimum.

Franchissement d'une entrée en adjonction



Le maintien de l'obliquité initiale est recherché.

Le marquage en T2-5u se prolonge au-delà du musoir jusqu'à une distance L de 78 m.

Au niveau du convergent, on vérifiera que la pente transversale de la zone comprise entre les bandes dérasées (BDD de la chaussée réceptrice et BDG de la bretelle) n'excède pas 25 %. Il convient d'éviter dans la mesure du possible tout emmarchement entre la section courante et la bretelle avant leur séparation physique.

La bretelle d'entrée a une largeur de 3,50 m. La largeur normale de la BDD le long de la bretelle est fixée à 1,00 m. Elle peut être réduite à 0,50 m.

La voie de droite devenant voie médiane, la réduction de sa largeur à 3 m doit s'opérer en aval de la fin du marquage en T2-5u. Pour faciliter les manœuvres de rabattement des PL sur la voie de droite, la réduction démarre à une distance égale à L.

7. Exploitation, équipements et services à l'utilisateur

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

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

La supervision totale de la section aménagée par des dispositifs de vidéo-protection est obligatoire. Cet équipement permet notamment de favoriser la réactivité de l'exploitant en cas d'évènement nécessitant une intervention, en particulier du fait de la suppression de manière permanente de la BAU.

À ce titre, l'équipement d'un système de détection automatique d'incident (DAI) est possible. Les gains potentiels d'un tel système sur la réactivité de l'exploitant et les moyens de surveillance doivent toutefois être étudiés au regard du coût et des contraintes de maintenance de l'équipement (contrôle de l'orientation des caméras fixes vis-à-vis des masques).

Les panneaux à messages variables existants à l'amont de l'aménagement seront employés pour afficher les accidents survenant à l'aval.

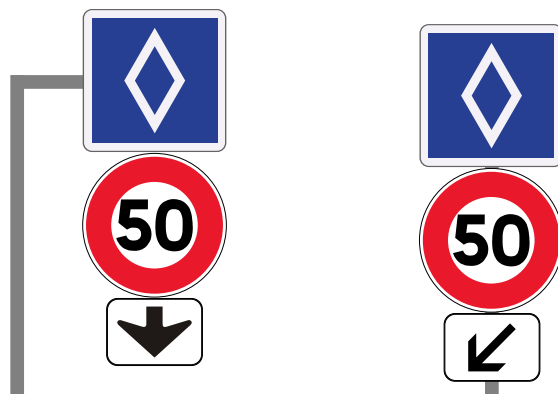
Le projet d'aménagement implique une implantation de refuges avec une inter-distance maximale de 1000 m. En cas de non-respect de cette inter-distance, la présence de sorties intermédiaires, comme compensation du déficit d'offre de refuges, pourra être examinée et le cas échéant prise en compte.

Pour la sécurité des occupants des véhicules en arrêt d'urgence et sortant de leur véhicule, il convient de vérifier que l'aménagement leur offre la possibilité de quitter la largeur roulable de la VSA pour se réfugier sur la berme ou en dehors de la plateforme. Certaines configurations ne permettent pas d'offrir cette possibilité (dispositifs de retenue de grande hauteur, écrans acoustiques, murs de soutènement, piles de pont...). Cela reste admissible sur une centaine de mètres. Au-delà, cette situation est exclue, sauf s'il pré-existe des moyens la compensant (existence d'un éclairage, de niches de sécurité...). Dans ce cas, ce point est traité dans le cadre d'un écart aux règles de l'art et fait l'objet d'une étude spécifique.

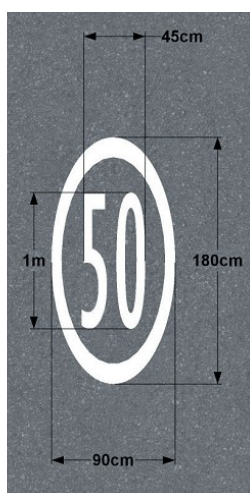
Pour la gestion des incidents et des accidents, une réflexion amont avec les forces de l'ordre est nécessaire, pour définir les modalités d'information des usagers de la route, les processus d'intervention et les mesures éventuelles de police. Si la voie réservée doit être utilisée par l'ensemble de la circulation, en cas notamment d'incident immobilisant une voie de circulation générale, il convient, en outre, de suspendre le contrôle de l'usage de la voie réservée.

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

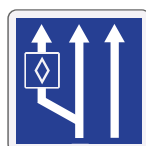
- Signalisation de la VLA de la VR2+ (si différente de celle de la circulation générale)



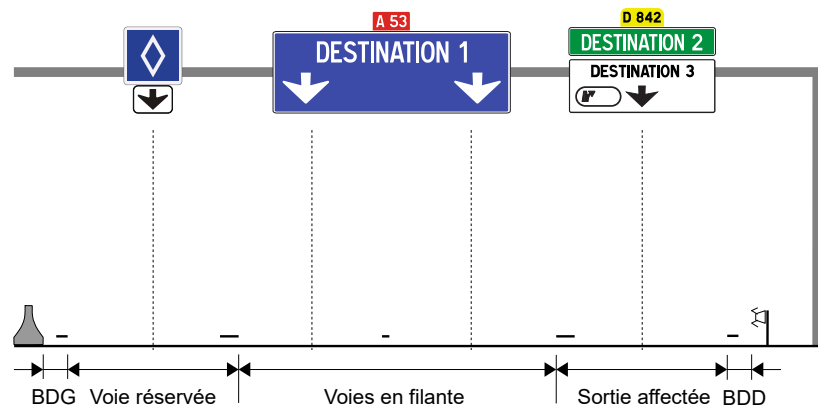
- Marquage du rappel de la VLA de la VR2+



- Signalisation d'indication du début de la VR2+



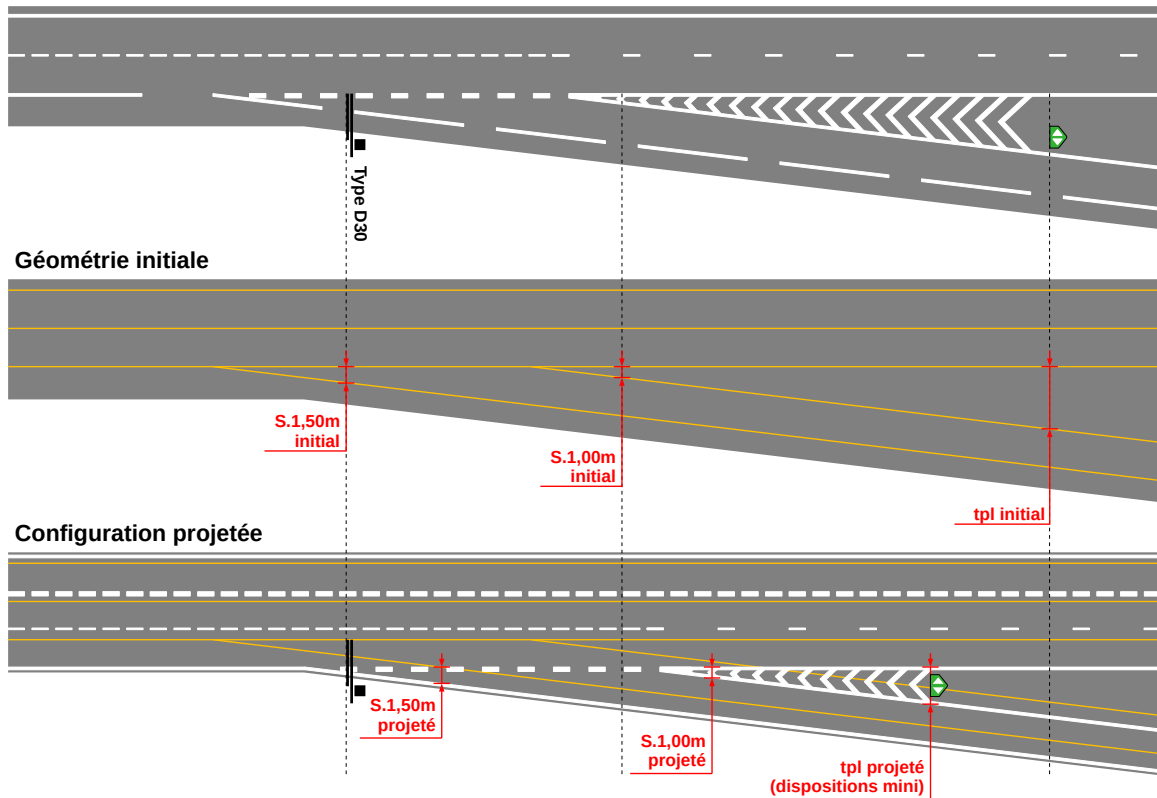
- Signalisation directionnelle d'une sortie franchie par la VR2+ : distance de présignalisation et position de la signalisation directionnelle avancée non respectées, complément des registres par la signalisation de la VR2+ pour une sortie affectée (cf. illustration ci-dessous)



Annexe 2: Exemple d'optimisation de la géométrie d'une sortie

L'exemple présenté illustre les leviers d'action possibles pour limiter au maximum le décalage vers l'aval du dispositif de sortie (ici, un déboîtement) tout en maintenant l'obliquité existante. Il montre aussi le décalage maximal possible du tpi vers l'amont.

Configuration initiale



Optimisation de la géométrie d'une sortie - exemple d'un déboîtement

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 2	4
2.3 Contraintes imposées par le scénario 2	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	7
Assainissement, réseaux secs	7
Traitement de surface	7
Ouvrages d'art	7
Échangeurs	7
3. Études de trafic complémentaires	8
4. Signalisation	8
4.1 Signalisation verticale de police	8
Signalisation de la VR2+	8
Signalisation de la vitesse	9
Signalisation d'indication complémentaire	10
4.2 Signalisation horizontale	12
4.3 Signalisation directionnelle	12
4.4 Schéma synoptique en section courante	13
5. Visibilité	13
6. Géométrie	13
6.1 Tracé en plan et profil en long	13
6.2 Profil en travers	14
Largeurs préconisées	14
Règles de réduction du profil en travers	15
Largeur roulable minimale	15
Zone de sécurité	15
Pentes transversales	15
6.3 Début et fin de VR2+ en section courante	16
Début de VR2+	16
Extrémités de VR2+ à proximité des points singuliers	20
6.4 Conception aux échangeurs	21
Franchissement d'une sortie en déboîtement	22
Franchissement d'une sortie en affectation	23
Franchissement d'une sortie en pseudo-affectation	25
Franchissement d'une entrée en insertion	25
Franchissement d'une entrée en adjonction	26
7. Exploitation, équipements et services à l'utilisateur	26
Annexe 1: Liste des éléments de signalisation non prévus par l'IISR et par l'arrêté du 24 août 2020	28
Annexe 2: Exemple d'optimisation de la géométrie d'une sortie	30

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
- **IDPL**: Interdiction de Dépassement pour les Poids Lourds Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison
- **IISR**: Instruction Interministérielle pour la Signalisation Routière
- **PL**: Poids Lourds
- **TC**: Transport Collectif
- **TMJA**: Trafic moyen journalier annuel
- **TPC**: Terre-Plein Central
- **TPL**: Terre-Plein Latéral
- **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 Regis 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
2021/26

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