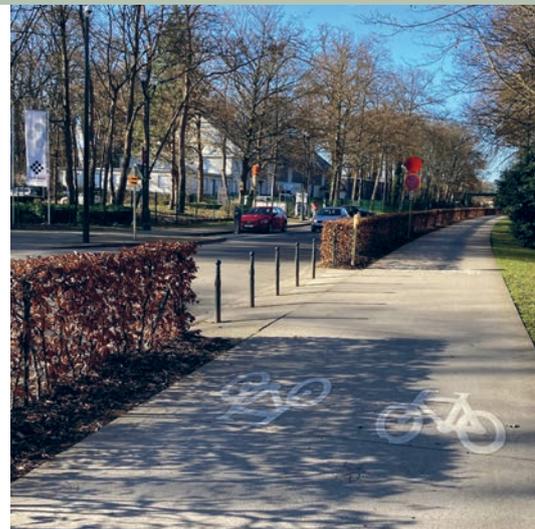


Cahier Cyclostrades



Le vademecum vélo de la Région de Bruxelles-Capitale offre un soutien technique pour l'amélioration des aménagements cyclables à tous les acteurs de la promotion du vélo à Bruxelles. Grâce aux illustrations, les gestionnaires de voirie disposent d'une série de solutions concrètes adaptées à la plupart des situations de circulation se présentant en ville.

Texte et dessins ▮

Centre de recherches routières (CRR) – 2020-2022

Avec la collaboration de ▮

Wies Callens (Fietsersbond), Laurent Costa (Bruxelles Environnement), Florine Cuignet (Gracq), Frederik Depoortere (Bruxelles Mobilité, Manager vélo), Maarten Dieryck (Equipe du Maître architecte), Pieter Dudal (Beliris), Benoît Dupriez (Bruxelles Mobilité), Mathias Engelbeen (Bruxelles Environnement), Eric Falier (Région wallonne), Françoise Godart (Bruxelles Mobilité), Isabelle Janssens (Bruxelles Mobilité), Davide Pinto (Bruxelles Mobilité), Renaud Prioux de Cambry de Baudimont (Bruxelles Mobilité), Joris Van Damme (Province du Brabant flamand), Bjorn Van Staeyen (Province du Brabant flamand), le cabinet de la Ministre bruxelloise de la Mobilité et des Travaux publics et le cabinet du Secrétaire d'État bruxellois chargé de l'Urbanisme.

Photos et plans ▮

Merci à : La Province du Brabant flamand, la Province de Flandre orientale et aux personnes individuelles.

Mise en page ▮

Dominique Boon

Cette brochure est téléchargeable sur www.crr.be et sur www.bruxellesmobilite.be

Dit cahier bestaat ook in het Nederlands.

Éditeur responsable: Camille Thiry (Bruxelles Mobilité)

Septembre 2022

Table des matières

SOMMAIRE

1 – Introduction	8
2 – Cyclostrades... quoi, comment, pourquoi?	9
2.1 Concept de la Cyclostrade	9
2.2 Un produit de mobilité	9
2.3 Une liaison cyclable fonctionnelle	10
2.4 L'épine dorsale d'un réseau cyclable	10
2.5 Cinq critères de qualité	11
2.5.1 Cohérence et lisibilité	11
2.5.2 Caractère direct du tracé	12
2.5.3 Attractivité	12
2.5.4 Sécurité	13
2.5.5 Confort	13
2.5.6 Tableau récapitulatif: exigences liées aux itinéraires cyclables rapides	14
2.6 Différents types d'infrastructures cyclables	16
2.6.1 Piste cyclable (signalée par un panneau D7)	20
2.6.2 Chemin réservé aux cyclistes (F99)	20
2.6.3 Piste cyclable marquée	21
2.6.4 Rue cyclable	21
2.6.5 Mixité du trafic dans une rue résidentielle	22
2.6.6 Liaisons sans voiture et/ou fermeture de voies	23
2.7 Les cyclostrades le long des infrastructures linéaires	24
3 – Des utilisateurs des cyclostrades	26
3.1 Mixité ou séparation (limitée)?	27
3.1.1 Mixité avec le trafic automobile	27
3.1.2 Mixité avec les piétons	27
3.2 «Nudging»	30

4 – Directives de conception	31
4.1 Véhicules de référence /véhicules standards	31
4.2 Vitesse	31
4.3 Distance minimale de visibilité et distance minimale d'arrêt	32
4.3.1 Visibilité	32
4.3.2 Distance de visibilité d'arrêt	32
4.3.3 Visibilité d'approche	34
4.4 Alignement horizontal	34
4.4.1 Largeur	34
4.4.2 Profil en travers type	34
4.4.3 Zones tampon	36
4.4.4 Bordures	37
4.4.5 Drainage et fossés	39
4.4.6 Rayon de courbure	40
4.5 Alignement vertical	40
4.5.1 Fermeture, clôture	40
4.5.2 Pentes	41
4.5.3 Hauteur minimale des couloirs sous voies	43
4.5.4 Obstacles	43
4.5.5 Poteaux	45
4.6 Intersections	45
4.6.1 Solution-type: carrefour «cyclostrade prioritaire»	46
4.6.2 Solution-type: carrefour «cyclostrade non prioritaire»	48
4.6.3 Îlot central sur la cyclostrade	48
4.6.4 Carrefour réglé par des feux de signalisation	49
4.6.5 Croisements à différents niveaux	50
4.6.6 Traversée parallèle aux voies de chemin de fer	53
4.7 Marquages	53
4.7.1 Marquages centraux (marquages axiaux)	53
4.7.2 Marquages latéraux	54
4.8 Revêtement	54
4.8.1 L'asphalte comme revêtement standard	54
4.8.2 Revêtement en zone naturelle	55
4.9 Charge sur les cyclostrades	56

4.10 Éclairage	56
4.10.1 Éclairer ou non?.....	56
4.10.2 Emplacement.....	56
4.10.3 Exigences en matière d'éclairage.....	57
4.10.4 Éclairage intelligent.....	58
4.10.5 Éclairage dans les tunnels.....	58
4.10.6 Éclairage en zone naturelle.....	59
4.11 Une attention aux équipements écologiques	59
4.11.1 Éclairage ne perturbant pas la faune.....	60
4.11.2 Aménagements de passage pour la faune.....	60
4.11.3 Aménagements de guidage pour la faune.....	61
4.11.4 Clôtures favorables au passage de la faune.....	62
4.11.5 Aménagements pour la faune liés à des dangers potentiels.....	62
5 – Infrastructure secondaire	63
5.1 Point de comptage vélos	63
5.2 Poste de réparation vélos	63
5.3 Bancs	64
5.4 Point de repos pour les cyclistes	64
6 – Signalisation des cyclostrades	65
7 – Gestion & entretien	66
7.1 Gestion générale	66
7.2 Mesures périodiques	66
8 – Bibliographie	67

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Cyclostrades, un produit de mobilité.....	9
Figure 2	La cyclostrade C3 à Bruxelles, reconnaissable grâce à l'utilisation d'un logo.....	10
Figure 3	Une cyclostrade se compose de différents types d'infrastructures.....	11
Figure 4	Une cyclostrade: cohérence et lisibilité.....	11
Figure 5	Mesurer le caractère direct.....	12
Figure 6	Ganshoren, un endroit attrayant grâce à son environnement vert, un point de repos avec des bancs et une connexion avec la cyclostrade F212/C212.....	13
Figure 7	La F1, Zemst, Brabant flamand, un point de repos a été aménagé, avec des bancs et un poste de réparation de vélos.....	13
Figure 8	La cyclostrade C28 dans le parc de la ligne 28.....	13
Figure 9	Exigences itinéraires cyclables rapides (CROW).....	14
Figure 10	Un panneau F99 signale un chemin réservé. Exemple d'un RAVel en Wallonie.....	21
Figure 11	Rue cyclable à Jette.....	22
Figure 12	Exemples de solutions sans voiture.....	23
Figure 13	Réseau Vélo PLUS (Good Move).....	24
Figure 14	Spécialisation multimodale des voiries, le réseau Vélo PLUS et le réseau Vélo CONFORT.....	25
Figure 15	Panneau de signalisation F99(c) indiquant que les speed pedelecs sont autorisés.....	26
Figure 16	Usagers de la route sur la cyclostrade.....	26
Figure 17	Relation cyclistes-piétons.....	27
Figure 18	Mixité et séparation sur les cyclostrades (CROW publication 340).....	28
Figure 19	Séparation/mixité des piétons et des cyclistes.....	28
Figure 20	Séparation/mixité des piétons et des cyclistes.....	29
Figure 21	Séparation/mixité des piétons et des cyclistes.....	29
Figure 22	Nudging vers une poubelle.....	30
Figure 23	Nudging pour l'utilisation des escaliers.....	30
Figure 24	Nudging à Singapour.....	30
Figure 25	La Région de Bruxelles-Capitale, Ville 30.....	32
Figure 26	Visibilité pour les cyclistes (sur base de CROW publication 340).....	32
Figure 27	La distance de visibilité d'arrêt.....	33
Figure 28	La visibilité d'approche.....	33
Figure 29	Tableau pour le dimensionnement des cyclostrades.....	34
Figure 30	Exemple de la cyclostrade F1 à Zemst.....	35
Figure 31	Profil en travers type d'une cyclostrade.....	35
Figure 32	Coupe transversale d'une cyclostrade.....	36
Figure 33	Exemples de bordures de cyclostrades (Flandre).....	37
Figure 34	Séparation piste cyclable/trottoir à Bruges, Belgique.....	38

Figure 35	Séparation piste cyclable/trottoir à Arnhem, Pays-Bas.....	38
Figure 36	Exemple d'une cyclostrade en asphalte, avec bordures, la F1 à Zemst, Flandre.....	39
Figure 37	Exemple de cyclostrade en béton coulé sans bordures, avenue de Madrid.....	39
Figure 38	Zone tampon en cas de piste cyclable en surplomb.....	41
Figure 39	Inclinaisons des cyclostrades en fonction de la longueur maximale et de la hauteur à franchir.....	42
Figure 40	Pentes cyclostrades.....	42
Figure 41	Marges pour les pourcentages d'inclinaison.....	43
Figure 42	Hauteur minimale pour les passerelles cyclables.....	43
Figure 43	Obstacles le long de la cyclostrade.....	44
Figure 44	Les poteaux doivent être précédés d'un marquage strié.....	45
Figure 45	Catégorisation GoodMOVE et typologie des carrefours.....	46
Figure 46	Solution croisement cyclostrade prioritaire, avec panneau B1 sur la voie secondaire.....	47
Figure 47	Solution croisement cyclostrade prioritaire, avec panneau stop sur la voie secondaire.....	47
Figure 48	Aménagement de base pour un croisement d'une cyclostrade et d'une voirie locale avec priorité aux cyclistes.....	47
Figure 49	Croisement avec cyclostrade prioritaire, F1, Zemst.....	47
Figure 50	Solution croisement cyclostrade non prioritaire, avec panneau B1 sur la cyclostrade.....	48
Figure 51	L'îlot central sur la cyclostrade, à hauteur d'un croisement.....	49
Figure 52	Le positionnement d'un poteau sur un îlot central.....	49
Figure 53	Profil type passerelle cyclable, exemple 1.....	50
Figure 54	Profil type passerelle cyclable, exemple 2.....	50
Figure 55	Coupe type Tunnel cyclable.....	51
Figure 56	Exemple à Arnhem, Pays-Bas et Bruxelles Pont Van Praet.....	51
Figure 57	Comparaison passerelle-tunnel.....	52
Figure 58	Marquage axial sur l'autoroute cyclable F3 (Herent, Brabant flamand).....	53
Figure 59	Marquages sur la cyclostrade (Anvers).....	54
Figure 60	Exemples de revêtements en zone naturelle.....	55
Figure 61	Revêtement en porphyre concassé dans une zone naturelle.....	55
Figure 62	Passerelles piétonnes et cyclables à Firenze et à Luxembourg-Ville.....	56
Figure 63	Localisation de la source de lumière.....	56
Figure 64	Présentation schématique de la distance minimale de sécurité en cas d'éclairage entre la voie de chemin de fer et la piste cyclable.....	57
Figure 65	Exigences en matière d'éclairage sur les cyclostrades.....	57
Figure 66	Éclairage horizontal selon les classes d'éclairage.....	58
Figure 67	Différents types d'armature.....	58
Figure 68	Le réseau écologique bruxellois.....	59
Figure 69	Éclairage ambré adapté aux chauves-souris.....	60
Figure 70	Éclairage adapté aux chauves-souris près du Rouge-Cloître.....	60

<i>Figure 71 Exemple d'un tunnel (pour les grands animaux) sous l'infrastructure</i>	61
<i>Figure 72 Exemples de tunnels (pour amphibiens et invertébrés) sous des infrastructures routières</i>	61
<i>Figure 73 Guidage de la faune</i>	62
<i>Figure 74 Exemple d'un mur de branchages</i>	62
<i>Figure 75 Exemple d'un point de comptage à Bruxelles</i>	63
<i>Figure 76 Exemple d'un poste de réparation vélos le long de la F1 (Zemst)</i>	63
<i>Figure 77 Exemples de points de repos ('pleisterplaats')</i>	64
<i>Figure 78a Exemple de signalisation de cyclostrade (C3) en Région bruxelloise</i>	65
<i>Figure 78b Exemple de signalisation de cyclostrade en Flandre orientale</i>	65



I - Introduction

Ce cahier sur les cyclostrades fait partie du vademecum Aménagements cyclables de la Région de Bruxelles-Capitale. Les autres cahiers de la série sont :

- Marquage et signalisation dans les contresens cyclables (cahier 1);
- Réalisation des pistes cyclables marquées et des bandes cyclables suggérées (cahier 2);
- Cyclistes et transport en commun (cahier 3);
- Aménagements cyclables en giratoires (cahier 4);
- Revêtement des aménagements cyclables (cahier 5);
- Marquages et éclairage des aménagements cyclables (cahier 6);
- Stationnement vélo (cahier 7);
- Aménagements cyclables en carrefours (cahier 8);
- Rue cyclable (cahier 9);
- Aménagements cyclables séparés de la chaussée (cahier 10).

Ce cahier sur les cyclostrades était nécessaire, car il porte essentiellement sur les directives de conception des liaisons cyclables rapides dans la Région de Bruxelles-Capitale.

Ce cahier n'aborde pas les choix politiques tels que le choix du tracé des nouvelles/futures cyclostrades ou la qualité paysagère, mais il se concentre sur les directives de conception (les éléments constitutifs) des cyclostrades (= l'infrastructure).

Vu qu'en réalité, les cyclostrades sont constituées d'un ensemble de différents types d'infrastructures (par ex. des rues cyclables (cahier 9), des pistes cyclables marquées (cahier 2)...), les thèmes qui sont abordés dans d'autres cahiers ne seront décrits que brièvement dans celui-ci et il sera fait référence aux cahiers concernés.

Ce cahier met l'accent sur les cyclostrades le long des infrastructures linéaires telles que les voies de chemins de fer ainsi que les voies navigables ou les autoroutes.

2- Cyclostrades... quoi, comment, pourquoi ?

2.1 Concept de la cyclostrade

Bruxelles a pour objectif de réduire d'un quart le nombre de déplacements en voiture d'ici 2030, et s'engage pleinement en faveur des alternatives, y compris le vélo. Afin de rendre le vélo plus attractif, un réseau principal a été identifié, le réseau vélo PLUS. Celui-ci vient s'ajouter au réseau des Itinéraires cyclables régionaux (ICR), classé comme vélo CONFORT.

Les caractéristiques de ce réseau vélo PLUS sont des connexions rapides et de grande qualité sur de longues et moyennes distances. Le réseau a un grand maillage et suit les itinéraires les plus lisibles et les plus directs.

En pratique, le réseau PLUS est constitué de trois types d'aménagements :

- Des voies réservées aux cyclistes le long de barrières naturelles et infrastructurelles ;
- De larges pistes cyclables sur des grands axes ;
- Des rues cyclables dans des rues réservées à la circulation locale.

On pourrait dire que seules les pistes cyclables réservées qui se trouvent en dehors du tissu urbain répondent au concept de cyclostrade. Mais cette définition est trop restrictive. En fin de compte, il s'agit d'un réseau qui permet aux cyclistes de se rendre efficacement d'un point A à un point B. Quelle que soit la forme de l'infrastructure, un certain nombre de critères doivent être présents partout afin que le cycliste ait toujours le sentiment de se trouver sur un itinéraire vélo de haute qualité. Il s'agit de la lisibilité, du balisage, du confort, de la vitesse projetée, de la priorité dans la mesure du possible, de la sécurité, de l'éclairage, etc. L'objectif est d'atteindre le même niveau de qualité pour chaque type d'aménagement, afin de pouvoir réellement parler de «pistes cyclables rapides» ou de «cyclostrades» qui relient les principales destinations entre elles.

Dans ce vademecum, nous utilisons le terme «cyclostrade» parce qu'il peut être utilisé aussi

bien en français qu'en néerlandais, les itinéraires peuvent alors être indiqués au moyen d'un «C», qui a également un plus grand potentiel au niveau international: «Cycle Highway», «Cykelstier».

2.2 Un produit de mobilité

Une cyclostrade est un produit de mobilité qui offre une liaison cyclable fonctionnelle de grande qualité. En tant qu'épine dorsale d'un réseau cyclable, elle relie les villes et/ou les banlieues, les quartiers résidentiels et les grands sites (de bureaux) et répond aux besoins de ses utilisateurs (potentiels).

Source : <https://cyclehighways.eu/>

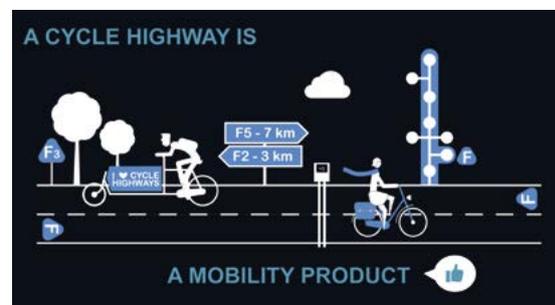


Figure 1 – Cyclostrade, un produit de mobilité.

La cyclostrade doit être considérée comme un «produit de mobilité».

Ce produit de mobilité se compose de deux «éléments»: d'une part, un élément matérialisé et, d'autre part, un élément immatériel. Par *élément «matérialisé»*, nous entendons l'infrastructure cyclable. Les cyclostrades se caractérisent par le fait que cette infrastructure cyclable peut être différente en fonction de l'endroit: une véloroute, une piste cyclable, une voie publique à faible trafic, etc. peuvent faire partie d'une cyclostrade. Cette composante «matérialisée» est examinée plus en détail dans ce cahier.

Outre la composante matérialisée, il y a aussi la composante «immatérielle», comme une marque (un nom clair, une identité visuelle propre, un logo, une signalétique, etc.). Cet *élément immatériel* contribue à la promotion du «produit de mobilité» et à la communication avec les utilisateurs. Les cyclostrades seront donc signalées par un logo, qui sera notamment placé aux intersections, bien visible pour les cyclistes mais aussi pour la circulation motorisée. Cette composante immatérielle ne sera pas développée et ne s'inscrit pas dans le cadre de ce cahier.



Figure 2 – La cyclostrade C3 à Bruxelles, reconnaissable grâce à l'utilisation d'un logo.
© Marianne Courtois

2.3 Une liaison cyclable fonctionnelle

Pour être fonctionnelle, une cyclostrade doit relier des destinations pertinentes. Cela signifie qu'elle relie les villes (importants lieux de travail) à leurs banlieues (zones résidentielles) ou les villes à d'autres zones urbaines, lorsqu'elles sont à distance cyclable les unes des autres. Les cyclostrades peuvent donc servir aux déplacements à vélo sur de plus longues distances (entre 5 et 30 km).

2.4 L'épine dorsale d'un réseau cyclable

Le début et la fin de la cyclostrade sont clairs. Mais les origines et destinations des cyclistes sont étendues sur une plus grande zone autour des points de départ et d'arrivée. Peu de cyclistes utiliseront

la cyclostrade du début à la fin, simplement parce que leur domicile ou leur lieu de travail ne se trouvent pas exactement le long de la cyclostrade. C'est pourquoi les liaisons avec le réseau cyclable situées autour de la cyclostrade sont aussi importantes que la cyclostrade elle-même.

Une bonne infrastructure, qui assure une liaison fluide sur de longues distances, se compose de pistes cyclables droites, plates, avec le moins d'arrêts possible aux intersections. Cette infrastructure cyclable doit offrir un confort optimal et doit être suffisamment large pour permettre la circulation de tous les types de cyclistes et en flux important.

Dans la pratique, les cyclostrades sont constituées d'une succession de différents types d'infrastructures dont tant le statut juridique que la conception technique peuvent varier. Une liaison cyclable rapide peut se composer de chemins de halage, de chemins réservés aux véhicules agricoles, piétons, cyclistes et cavaliers, de rues cyclables, de pistes cyclables séparées (bidirectionnelles), de rues résidentielles (circulation mixte), d'un pont, d'un tunnel, etc.

La figure 3 à la page suivante en donne un aperçu.

Les cyclostrades relient les pôles d'attraction et les zones résidentielles. De manière générale, ces endroits sont densément construits et différents flux de circulation s'y croisent. Lorsque les cyclostrades ne peuvent pas avoir un «site propre» (par ex. une voie réservée), il faut trouver la solution optimale.

Le principe de base reste que les vélos sont séparés autant que possible des autres flux de circulation, y compris dans les zones urbaines et à proximité des gares. Il est important non seulement de tenir compte du trafic local, mais aussi de faciliter le flux cycliste de transit. Lorsqu'il existe une interférence entre les cyclistes et les piétons qui se croisent, par ex. à proximité d'une gare, la vitesse des cyclistes peut être limitée. Les croisements et interactions avec la circulation motorisée doivent également se dérouler de manière sécurisée.

L'«épine dorsale» des cyclostrades se situera le long des voies ferrées, des voies navigables ou même des autoroutes (barrières naturelles ou artificielles), pour être ensuite «affinée» à mesure que l'on se rapproche d'un environnement plus urbain, où les «(auto)routes cyclables» se transformeront plutôt en rues cyclables, en pistes

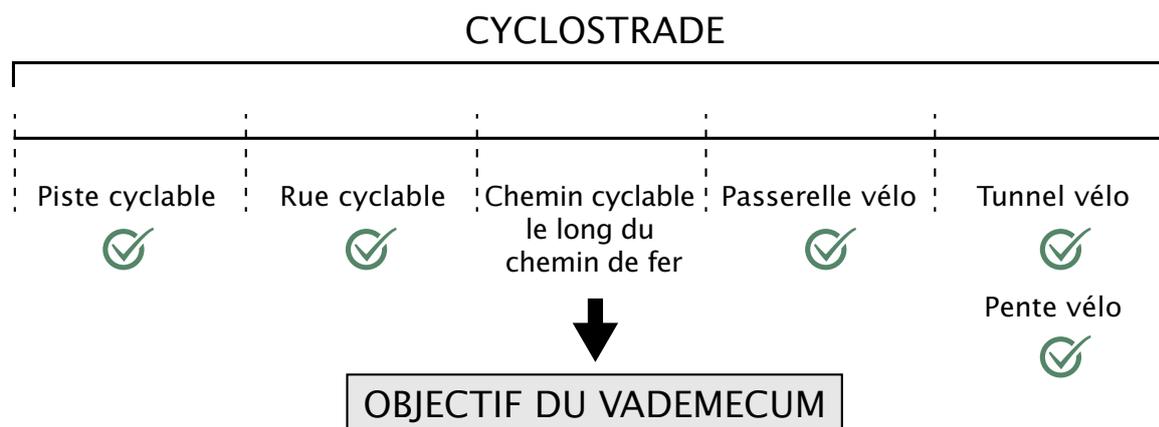


Figure 3 – Une cyclostrade se compose de différents types d'infrastructures.

cyclables (bidirectionnelles) et enfin en rues résidentielles (trafic mixte) (= à proximité de la destination finale du cycliste).

Il est préférable de disposer d'une infrastructure cyclable séparée et suffisamment large, y compris dans un contexte urbain. Une bonne infrastructure cyclable, séparée des autres flux de circulation, facilite la circulation des cyclistes, même dans des environnements très fréquentés. En donnant au vélo une place claire dans le paysage urbain, on évite les conflits. Aux endroits très fréquentés et dangereux, il sera nécessaire d'aménager des croisements à plusieurs niveaux, en tenant compte des possibilités de connexion suffisantes.

2.5 Cinq critères de qualité

L'un des aspects immédiatement visibles d'une cyclostrade est la qualité de l'infrastructure. Les cyclostrades présentent une multitude d'excellentes solutions techniques pour répondre aux besoins de tous les types de cyclistes, quel que soit leur niveau d'expérience et de forme physique.

La qualité de l'infrastructure peut être évaluée sur la base d'une série de critères.

Il existe 5 critères de qualité que les cyclostrades doivent respecter :

1. Cohérence et lisibilité;
2. Caractère direct;
3. Attractivité;
4. Sécurité;
5. Confort.

Ces critères de qualité ont également été abordés dans le [Cahier 10: «Aménagements cyclables séparés de la chaussée»](#) du Vademecum vélo de la Région de Bruxelles-Capitale, mais en raison de leur grande importance, ils sont brièvement abordés ci-dessous.

2.5.1 Cohérence et lisibilité

La cyclostrade doit former un ensemble cohérent. Le réseau doit également offrir des connexions avec les lieux d'origine et de destination des cyclistes, en d'autres termes, elle doit être accessible à vélo.

Lisibilité: l'itinéraire doit être logique et naturel. Par conséquent, il est important d'utiliser autant que possible des matériaux identiques. Il est donc important de respecter strictement les matériaux et les choix techniques prescrits.

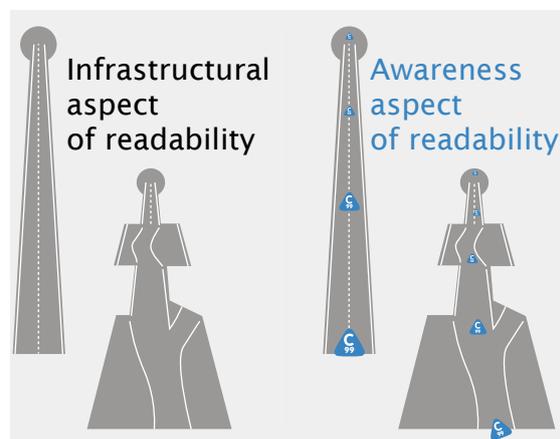


Figure 4 – Une cyclostrade : cohérence et lisibilité.

L'utilisation du logo de la cyclostrade renforce également la lisibilité.

Outre les aspects infrastructurels de la lisibilité, le Cycle Highway Manual (= le résultat final du projet CHIPS (Cycle Highways Innovation for smarter People transport and Spatial planning)) mentionne également l'aspect «sensibilisation» de la lisibilité, qui est renforcé notamment par un bon balisage des itinéraires. En Région de Bruxelles-Capitale, on utilisera le «C» (Cyclostrades) pour désigner ces itinéraires.

2.5.2 Caractère direct du tracé

Le caractère direct permet à l'utilisateur de se rendre du point A au point B plus rapidement et avec moins d'efforts. Un itinéraire direct augmente l'attractivité de la cyclostrade: plus l'itinéraire est court, plus l'utilisateur potentiel est susceptible de choisir le vélo pour ses déplacements domicile-travail quotidiens.

Mesurer le caractère direct

Le caractère direct peut être mesuré en termes de facteur de détour, c'est-à-dire la longueur de l'itinéraire (Lch) divisée par la distance à vol d'oiseau (Lo).

$$\text{Facteur de détour} = Lch / Lo$$

Puisque l'un des objectifs de la cyclostrade est d'offrir une alternative attrayante aux déplacements

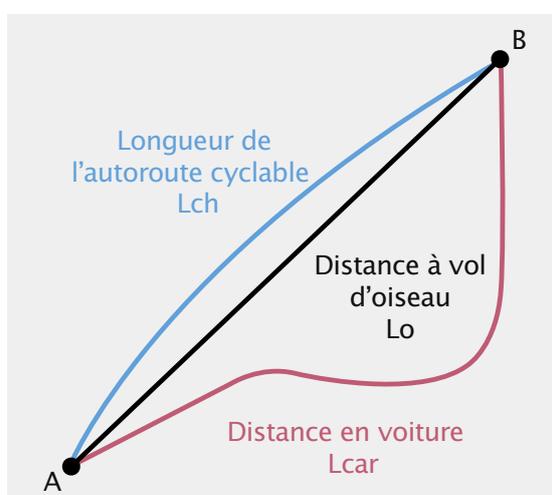


Figure 5 – Mesurer le caractère direct.

en voiture, le caractère direct peut également être considéré en comparaison à l'itinéraire voiture (Lcar). La cyclostrade doit offrir une liaison plus directe que l'itinéraire pour les voitures :

$$Lch < Lcar$$

Le caractère direct par rapport aux autres critères de qualité

Un effet secondaire positif est qu'un itinéraire direct est généralement moins cher à entretenir: si l'itinéraire est plus court, il y a par ex. moins de panneaux de signalisation à renouveler, moins de neige à déblayer en hiver, moins d'énergie nécessaire pour éclairer l'itinéraire, etc.

Le caractère direct peut également contribuer à la lisibilité de l'itinéraire: une cyclostrade claire et directe signifie que la connexion peut être rapidement comprise et suivie et qu'il est plus facile de s'orienter.

Il est possible de faire des compromis, par exemple, pour améliorer la «connexion» (connectivité) de l'itinéraire (passage près d'une autre ville, près d'une concentration de lieux de travail, près d'un grand nœud de transports en commun), pour augmenter l'attractivité (par exemple, en choisissant un paysage plus beau ou moins monotone) ou pour éviter les fortes dénivellations ou les conflits avec les voitures. Parfois l'itinéraire le plus direct peut être très coûteux à construire (par ex., un pont sur un cours d'eau ou un tunnel sous un chemin de fer).

La réduction de la durée des déplacements peut également être obtenue par un bon calcul de la vitesse projetée et la réduction du nombre d'arrêts, par exemple en donnant la priorité aux cyclistes aux carrefours ou en prévoyant des croisements à plusieurs niveaux (voir plus loin).

2.5.3 Attractivité

L'attractivité signifie que la cyclostrade a été conçue de manière empirique et intégrée dans l'environnement de manière à rendre la pratique du vélo attrayante et sécurisante. De bons choix d'itinéraire, de conception et d'aménagement de l'itinéraire cyclable garantissent un contrôle social en toutes circonstances.



Figure 6 – Ganshoren, un endroit attrayant grâce à son environnement vert, un point de repos avec des bancs et une connexion avec la cyclostrade F212/C212. © Province du Brabant flamand



Figure 7 – La F1, Zemst, Brabant flamand, un point de repos a été aménagé, avec des bancs et un poste de réparation de vélos. © CRR

2.5.4 Sécurité

L'infrastructure cyclable doit garantir la sécurité routière des cyclistes et des autres usagers de la route. Cela signifie notamment que les rencontres avec le trafic motorisé rapide doivent être évitées par une séparation dans le temps et/ou l'espace de sorte que les cyclistes puissent se déplacer aussi librement que possible.



Figure 8 – La cyclostrade C28 dans le parc de la ligne 28. © Beliris, Pieter Dudal

L'aménagement des cyclostrades doit également permettre d'éviter les accidents individuels (sorties de route, chocs contre des obstacles, dérapages...) ou d'en limiter les conséquences au maximum (= conception indulgente).

L'environnement doit également induire un sentiment de sécurité. Cela se traduit notamment par :

- Prévoir un éclairage suffisant ;
- Ne pas concevoir de virages brusques sur la cyclostrade, car ils rendraient la visibilité insuffisante ;
- Dans les tunnels, s'assurer que la fin du tunnel est visible lorsqu'on y entre ;
- Maintenir les espaces verts dégagés de sorte qu'on ne soit pas surpris par l'apparition soudaine de cyclistes/promeneurs.

2.5.5 Confort

Le «confort» comprend des facteurs liés aux nuisances et aux ralentissements, causés par exemple par des goulets d'étranglement et/ou des lacunes de l'infrastructure cyclable, qui exigent un effort physique supplémentaire de la part du cycliste.

Les critères qui jouent un rôle dans le confort sont notamment la planéité du revêtement, les dénivelés à franchir, la probabilité de devoir s'arrêter, les mauvaises conditions météorologiques, les infrastructures cyclables sous-dimensionnées, le partage avec les piétons et les problèmes de circulation.

2.5.6 Tableau récapitulatif: exigences liées aux itinéraires cyclables rapides

Extrait de: CROW publication 340, Inspiratieboek
snelle fietsroutes (adapté au contexte bruxellois).

		Niveau cible	Niveau minimum	Mesures compensatoires
Cohérence	Visibilité/ identification	Identifiable comme itinéraire cyclable (B): au moins deux éléments identifiables continus Itinéraire explicite (B) Doté d'un numéro (B)	Identifiable comme itinéraire cyclable (rapide) (B) Destination identifiable (B)	Compléter par des panneaux d'itinéraire, des panneaux indicateurs, des symboles d'itinéraire (il est nécessaire de tendre vers une harmonisation avec les autres régions)
	Uniformité de qualité	Uniformité des matériaux (B) et des dimensions (B)		Qualité spatiale supplémentaire: verdure, éclairage, mobilier, etc.
	Liberté de choix d'itinéraire	Au moins deux itinéraires complets différents à travers des environnements différents (B)	Un bon itinéraire rapide	Indiquer un itinéraire alternatif moins rapide
Caractère direct	Vitesse de circulation	Vitesse projetée minimale 30 km/h (A)	Vitesse de parcours: minimum 25 km/h de porte à porte	Limiter la vitesse inférieure aux endroits logiques, compenser ailleurs. Plus vite où c'est possible, plus lentement où c'est nécessaire
	Attente	Pas d'attente (B)		Mesures au niveau des feux de signalisation
	Distance de détour parcourue	< 1,1 (B)	< 1,2 (B)	Traversée par étapes

		Niveau cible	Niveau minimum	Mesures compensatoires
Attractivité	Attractivité, perception	Environnement perçu comme attrayant: variation du paysage et de l'environnement urbain, verdure et eau, lignes de vue, points de repère, environnement social, sites d'intérêt sur le parcours, informations (B) Pas de nuisance de l'itinéraire sur l'environnement (A)		
	Contrôle social	Toutes les alternatives d'itinéraire sont agréables en toutes circonstances (B) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Éclairage ▪ Distance par rapport à la végétation ▪ Contrôle social 	Au moins un itinéraire socialement sûr (B)	
Sécurité	Sécurité: rencontres circulation motorisée	Totalement sans voiture (A) À vitesse > 30 km/h dénivelé (A)	200 veh/h max (A) À vitesse > 50 km/h dénivelé (A)	Aménagement en tant que rue cyclable Limitateurs de vitesse, giratoires
	Sécurité: piste cyclable indulgente	Séparation des sens de circulation Entrer et sortir Sans obstacle	Largeur suffisante pour doubler et croiser les cyclistes venant en sens inverse Sans obstacle	Largeur supplémentaire aux carrefours
Confort	Revêtement	Asphalte ou béton (A)		
	Pentes	$Z < 333$ (A)	$Z < 750$ (A)	Paliers dans les longues pentes
	Risque d'arrêt	Pas d'arrêt	Max 0,4 arrêt/km (B)	
	Intempéries	Mesures aux endroits sensibles au vent (A) Possibilités d'abri (A)		
	Nuisances liées au trafic	Aucune nuisance (bruit, odeur, qualité de l'air) due au trafic motorisé (A)	Minimum une alternative sans voiture (B)	

(A) = segment de voie et croisements
(B) = itinéraire
 $Z = h^2/l$ (où l = longueur de la pente en mètres et h = dénivelé en mètres (voir également le chapitre sur les dénivellations))

Figure 9 – Exigences itinéraires cyclables rapides (CROW).

2.6 Différents types d'infrastructures cyclables

Comme nous l'avons déjà mentionné, les cyclostrades se composent d'une succession de différents types d'infrastructures cyclables. Le tableau récapitulatif suivant montre les différents statuts juridiques et les caractéristiques qui en découlent.

	STATUT	DOIVENT utiliser cette infrastructure	PEUVENT utiliser cette infrastructure	V _{max}
<p>La meilleure infrastructure pour cyclostrades Option 1</p>	 D7 <p>(dans des cas exceptionnels, un D9 est également possible, mais en cas de D9, les speed pedelecs ne sont pas autorisés).</p>  D9	<p>Doivent utiliser la piste cyclable</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Engins de déplacement allant à une vitesse supérieure à la marche. ▪ Cyclistes. ▪ Cyclomoteurs classe A. ▪ Cyclomoteurs classe B et speed pedelecs (P), lorsque la vitesse maximale autorisée sur la voie publique dépasse 50 km/h. 	<p>Peuvent utiliser la piste cyclable</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vélos de moins d'un mètre de large. ▪ Cyclomoteurs classe B et speed pedelecs lorsque la vitesse maximale autorisée sur la voie publique est inférieure à 50 km/h. <p>Exception pour les cyclomoteurs classe B et speed pedelecs (P): un panneau additionnel peut obliger ou interdire l'usage de la piste cyclable.</p>	<p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Dépend du régime de vitesse de la voirie (en RBC, 30 km/h est la norme depuis janvier 2021), la V_{max} est donc 30 km/h sauf sur un nombre exceptionnel de voiries le long desquelles il peut également y avoir des cyclostrades.</p>
<p>Très bonne infrastructure pour cyclostrades Option 2</p>	 F99 a,b	<p>Il n'existe pas d'obligation d'utiliser cette voirie ou cette partie de voie publique</p>	<p>Peuvent utiliser la voirie ou la partie de la voie publique</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les différentes catégories d'usagers de la route qui figurent sur le panneau de signalisation. 	<p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Est de 30 km/h.</p>

COULEUR	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	DIRECTIVES DE CONCEPTION
<p>Ces pistes cyclables sont de couleur ocre.</p>	<p>Panneau universel que tout le monde connaît. Le gestionnaire de voirie peut interdire les cyclomoteurs classe B et P.</p>	<p>Les cyclomoteurs classe A y ont toujours accès. Les piétons sont subordonnés et doivent céder le passage aux cyclistes. En principe, il existe une obligation de suivre la piste cyclable et toutes les règles concernant la piste cyclable restent d'application.</p>	<p>Les directives de conception (voir ci-dessous) de ce cahier sont prévues pour les cyclostrades indiquées en pratique par les panneaux D7, F99 et C3.</p> <p>Directives de conception: voir également Cahier 10 Aménagements cyclables séparés de la chaussée</p>
<p>En fonction de l'environnement paysager, peut également être de couleur ocre.</p>	<p>F99a</p> <p>Le gestionnaire de voirie peut choisir les pictogrammes qu'il place sur le panneau (vélo, piéton, speed pedelec ou cavalier). Le statut de la voirie est clair, usage partagé de l'espace public, cyclistes et piétons ne peuvent pas se mettre en danger.</p> <p>F99b</p> <p>Le gestionnaire de voirie peut choisir les pictogrammes qu'il place sur le panneau (vélo, piéton, speed pedelec ou cavalier et véhicule agricole). Le statut de la voirie est clair, usage séparé de l'espace public, cyclistes et piétons ne peuvent pas se mettre en danger.</p>	<p>F99a</p> <p>Dans certains cas, le gestionnaire de voirie devra délivrer des permis, notamment pour les résidents ou les véhicules de surveillance et d'entretien.</p> <p>F99b</p> <p>Des voitures peuvent toujours être présentes, par exemple des riverains.</p>	<p>Les directives de conception (voir ci-dessous) de ce cahier sont prévues pour les cyclostrades indiquées en pratique par les panneaux D7, F99 et C3.</p> <p>Directives de conception: voir également Cahier 10 Aménagements cyclables séparés de la chaussée</p>

	STATUT	DOIVENT utiliser cette infrastructure	PEUVENT utiliser cette infrastructure	V _{max}
Bonne infrastructure pour cyclostrades Option 3	 <p>C3 + panneau additionnel «excepté cyclistes» (M2) ou «excepté cyclistes et speed pedelecs» (M11)</p> <p>Ou indiqué comme «chemin de halage»</p>  <p>JAAGPAD C3 + panneau additionnel</p>	<p>Sans objet (il s'agit d'un panneau d'interdiction, personne n'est donc obligé de l'utiliser).</p> <p>Sans objet (il s'agit d'un panneau d'interdiction, personne n'est donc obligé de l'utiliser).</p>	<p>Les piétons et les cyclistes peuvent l'utiliser.</p> <p>Les piétons et les cyclistes peuvent l'utiliser. Lorsqu'un panneau additionnel est placé sous le C3, le groupe cible mentionné sur le panneau additionnel peut également l'utiliser.</p>	<p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Dépend du régime de vitesse de la voirie (en RBC, 30 km/h est la norme depuis janvier 2021), la V_{max} est donc 30 km/h sauf sur un nombre exceptionnel de voiries le long desquelles il peut également y avoir des cyclostrades.</p> <p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Sur un chemin de halage est de 30 km/h.</p>
Piste cyclable marquée		<p>Doivent utiliser la piste cyclable</p> <ul style="list-style-type: none"> Engins de déplacement allant à une vitesse supérieure à la marche. Cyclistes. Cyclomoteurs classe A. Cyclomoteurs classe B, lorsque la vitesse maximale autorisée sur la voie publique dépasse 50 km/h. 	<p>Peuvent utiliser la piste cyclable</p> <ul style="list-style-type: none"> Vélos de moins d'un mètre de large. Cyclomoteurs classe B et speed pedelecs (P) lorsque la vitesse maximale autorisée sur la voie publique est inférieure à 50 km/h. 	<p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Dépend du régime de vitesse de la voirie. Vu que la RBC est devenue une ville 30 km/h depuis janvier 2021, la V_{max} est de 30 km/h (sauf sur quelques voiries où la V_{max} est maintenue à 50 km/h).</p>
Dans les quartiers résidentiels : Rue cyclable	 <p>Début : F111</p>  <p>Fin : F113</p>	sans objet	<ul style="list-style-type: none"> Les cyclistes peuvent utiliser toute la largeur de la voie publique lorsqu'elle n'est ouverte qu'à leur sens de circulation et la moitié de la largeur située du côté droit lorsqu'elle est ouverte aux deux sens de circulation. Toute rue cyclable est accessible aux véhicules à moteur. Les véhicules à moteur ne peuvent toutefois pas dépasser les cyclistes. 	<p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Est de 30 km/h.</p>

COULEUR	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	DIRECTIVES DE CONCEPTION
<p>Une voirie marquée au moyen d'un panneau C3 pouvant être utilisée tant par les piétons que les cyclistes, elle sera donc de couleur grise.</p> <p>Un chemin de halage pouvant être utilisé tant par les piétons que les cyclistes, il sera donc de couleur grise.</p>	<p>Le gestionnaire de voirie peut décider de n'autoriser que les cyclistes, ou les cyclistes et cyclomoteurs et speed pedelecs (moyennant un panneau additionnel).</p>	<p>Le panneau est généralement ignoré par les automobilistes et les motocyclistes. Des mesures supplémentaires sont nécessaires, comme des poteaux, etc.</p> <p>Les règles du Code de la route restent applicables pour les cyclistes (max. 2 côte à côte, rouler à droite, etc.) ainsi que pour les piétons (place sur la voie publique).</p>	<p>Les directives de conception (voir ci-dessous) de ce cahier sont prévues pour les cyclostrades indiquées en pratique par les panneaux D7, F99 et C3.</p> <p>Directives de conception : Voir également Cahier 10 Aménagements cyclables séparés de la chaussée</p>
<p>Délimitée par deux lignes blanches discontinues au sol.</p>	<p>Elle offre aux cyclistes une infrastructure propre.</p>	<p>Il existe des inconvénients surtout lorsque par ex. la vitesse de la circulation motorisée est trop élevée et que la piste cyclable marquée est trop étroite. Il n'y a pas de protection physique entre la piste cyclable/le cycliste et la chaussée.</p> <p>Lorsqu'il y a des emplacements de stationnement à côté de la piste cyclable, la circulation motorisée doit manœuvrer sur la piste cyclable.</p>	<p>Voir Cahier 2 Réalisation des pistes cyclables marquées et des bandes cyclables suggérées</p>
<p>Peut être de couleur ocre.</p>	<p>Les cyclistes ne peuvent pas être dépassés par d'autres véhicules à moteur et ils ne doivent pas rouler à droite.</p>	<p>Les véhicules à moteur peuvent également utiliser ces voiries. D'autres règles de sécurité routière restent applicables (max. deux cyclistes côte à côte, etc.).</p>	<p>Voir également Cahier 9 La rue cyclable</p>

	STATUT	DOIVENT utiliser cette infrastructure	PEUVENT utiliser cette infrastructure	V _{max}
<p>Bande cyclable suggérée dans les quartiers résidentiels</p> <p><i>Solution non recommandée, il conviendrait d'opter pour une rue cyclable.</i></p> 	<p>= circulation mixte</p> <p><i>Les bandes cyclables suggérées n'ont pas de statut juridique</i></p>	<p>Vu que le Code de la route stipule que « Tout conducteur circulant sur la chaussée doit se tenir le plus près possible du bord droit de celle-ci », tout conducteur circulera (partiellement ou non) sur la bande cyclable suggérée.</p>	<p>sans objet</p>	<p>La vitesse maximale autorisée</p> <p>Dépend du régime de vitesse de la chaussée mais vu que la RBC est devenue une ville 30 km/h depuis janvier 2021, la V_{max} est également de 30 km/h (sauf sur quelques voiries où la V_{max} est maintenue à 50 km/h).</p>

2.6.1 Piste cyclable (signalée par un panneau D7)



Voir également [Cahier 10 Aménagements cyclables séparés de la chaussée.](#)

Les pistes cyclables signalées par un panneau D7 peuvent être des pistes cyclables à sens unique ou à double sens. La plupart des cyclostrades sont à double sens.

Les pistes cyclables font partie de la voie publique, tout comme la chaussée et le trottoir. Elles sont indiquées au moyen du panneau D7.

Les cyclomoteurs classe A doivent également utiliser la piste cyclable.

Ce signal doit être répété après chaque carrefour. Si la disposition des lieux le justifie, il peut être placé parallèlement à la piste cyclable.

Un panneau additionnel du modèle M7 prévu à l'article 65 du règlement général sur la police de la circulation routière et de l'usage de la voie publique doit compléter le signal D7, sauf sur les voies publiques où la vitesse maximale autorisée est supérieure à 50 km/h.



S'il n'y a pas de trottoirs ou d'accotements praticables, les piétons peuvent utiliser la piste cyclable.

Les pistes cyclables le long des voies ferrées, où il n'y a pas de trafic motorisé, sont de préférence signalées au moyen d'un panneau D7. Cela indique clairement aux piétons qu'ils sont autorisés à les utiliser, mais qu'ils doivent céder le passage aux cyclistes.

Sur les cyclostrades dont l'infrastructure est également utilisée par de nombreux piétons parce qu'il n'existe pas d'alternative sûre pour eux, il est préférable d'opter pour un panneau F99 (avec un logo vélo et piéton). Voir également 3.1.2. *Mixité avec les piétons.*

2.6.2 Chemin réservé aux cyclistes (F99)

Un chemin ou une partie de la voie publique réservé(e) aux cyclistes peut être signalé(e) par un panneau F99a (seules les voitures munies d'une autorisation peuvent y circuler) ou d'un panneau F99c (= toujours accessible aux riverains ou conducteurs se rendant sur ou quittant les propriétés riveraines).

COULEUR	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	DIRECTIVES DE CONCEPTION
Logos vélo et chevrons blancs.	Indique où le cycliste doit se positionner notamment pour éviter l'ouverture de portières. Les automobilistes sont avertis de la présence potentielle de cyclistes. La bande cyclable suggérée engendre un rétrécissement visuel de la chaussée.	Pas de statut juridique. Le trafic motorisé circule (partiellement) sur la bande cyclable suggérée et (sauf exceptions) peut s'y arrêter.	Voir Cahier 2 Réalisation des pistes cyclables marquées et des bandes cyclables suggérées

Sur une piste cyclable (ou une piste cyclable/piétonne) signalée par un panneau F99a ou F99c, les cyclomoteurs classe B ne sont pas autorisés. Lorsque le logo cyclomoteur classe P (= speed pedelec) figure sur le panneau, ces derniers sont également autorisés. Sur ces chemins, la vitesse est limitée à 30 km/h pour tous les usagers (comme sur les chemins de halage).

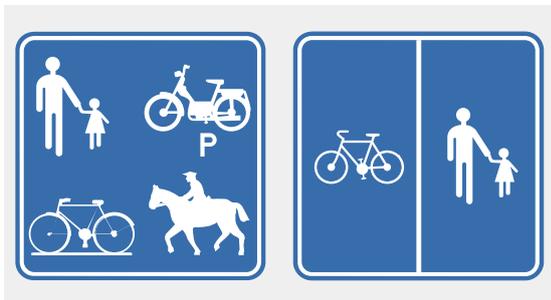


Figure 10 – Un panneau F99 signale un chemin réservé – Exemple d'un RAVel en Wallonie.

© Olivier Van Damme

2.6.3 Piste cyclable marquée

Les pistes cyclables marquées peuvent également faire partie d'une cyclostrade, mais il est important de noter que ce n'est pas le standard de qualité pour les cyclostrades.

En tant que gestionnaire de voirie, avec une piste cyclable marquée, vous ne pouvez pas exclure les cyclomoteurs classe B de la piste cyclable.

Voir également [Cahier 2 Réalisation des pistes cyclables marquées et des bandes cyclables suggérées](#).

2.6.4 Rue cyclable

Pour plus d'informations sur [les «Rues cyclables»](#), nous renvoyons au [Cahier 9](#) des vademecums vélo de la Région de Bruxelles-Capitale.

Dans une rue cyclable, l'utilisateur de speed pedelec est considéré comme un cycliste; les speed pedelecs peuvent donc dépasser les cyclistes. Une voiture n'est pas autorisée à dépasser un speed pedelec (ni un cycliste) dans une rue cyclable.

Lorsque le cycliste doit partager l'espace avec le trafic motorisé, il est impératif qu'il occupe une place de choix sur la cyclostrade. Le statut «rue cyclable» garantit que les cyclistes sont les principaux utilisateurs de la rue. Les rues cyclables sont signalées par les panneaux de signalisation F111 (début) et F113 (fin).

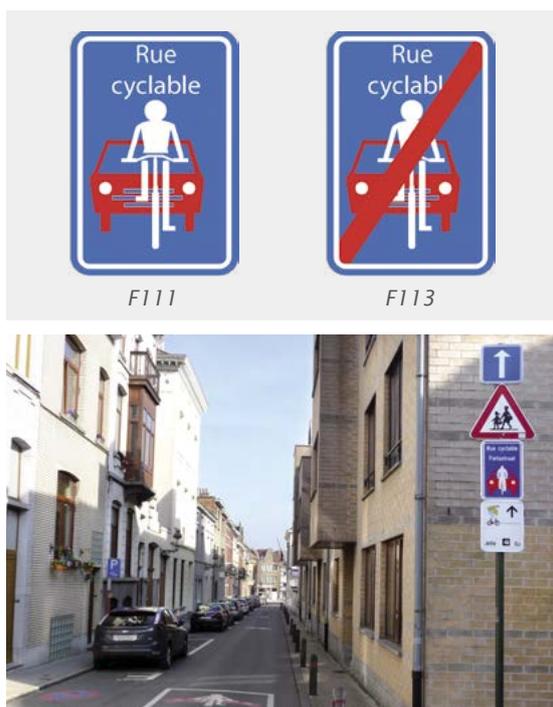


Figure 11 – Début de rue cyclable: F111, fin de rue cyclable: F113 – Rue cyclable à Jette.
© CRR

Caractéristiques principales d'une rue cyclable:

L'article 2.61 du Code de la route définit la notion de «rue cyclable» comme «une rue qui est aménagée comme une route cyclable, dans laquelle des règles de comportement spécifiques sont d'application à l'égard des cyclistes, mais dans laquelle les véhicules à moteur sont également autorisés. Une rue cyclable est signalée par un signal indiquant son début (F111) et un signal indiquant sa fin (F113).»

Les règles de conduite sont prescrites à l'article 22novies du Code de la route:

- «Le cycliste peut utiliser toute la largeur de la voie publique lorsqu'elle n'est ouverte qu'à son sens de circulation et la moitié de la largeur située du côté droit lorsqu'elle est ouverte aux deux sens de circulation;
- Toute rue cyclable est accessible aux véhicules à moteur;
- Les véhicules à moteur ne peuvent toutefois pas dépasser les cyclistes;
- La vitesse ne peut jamais y être supérieure à 30 km/h».

Sont, pour l'application du présent article, assimilés à des cyclistes: les conducteurs de bicyclettes ou de speed pedelecs.

Les principaux avantages des rues cyclables sont qu'elles permettent de combler les maillons manquants du réseau cyclable d'une ville ou d'une commune sans avoir à construire de nouvelles infrastructures cyclables:

- Une rue cyclable est facile à intégrer dans la structure d'une ville, sans fragmenter les espaces;
- Toutes les fonctions de la rue (cyclable) restent accessibles à vélo, ce qui n'est pas toujours le cas avec une infrastructure séparée;
- L'activité dans une rue cyclable réduit l'insécurité subjective qui peut être ressentie avec une infrastructure séparée hors contrôle social.

Lorsqu'une rue cyclable fait partie d'une cyclostrade, et par conséquent que l'on peut s'attendre à un grand nombre de cyclistes dans cette rue cyclable, des mesures supplémentaires doivent être prises concernant le stationnement et la circulation de transit. Les caméras ANPR ou les contrôles d'accès peuvent aider (pour plus d'informations, voir [Good Move](#)). Dans les rues cyclables, le stationnement des deux côtés est fortement déconseillé. Dans les rues à sens unique, par exemple, seul le stationnement sur le côté gauche de la route peut être maintenu. La pression automobile doit être faible dans les rues cyclables. L'optimisation d'une rue cyclable peut être obtenue par la gestion du stationnement, la réduction de la pression automobile et l'établissement de bons plans de circulation.

Dans le cas des rues cyclables dans les rues à sens unique où les cyclistes sont autorisés à circuler dans les deux sens (= sens uniques limités (SUL)), les cyclistes doivent bénéficier d'un aménagement confortable dans les deux sens (par ex. aux Pays-Bas, on aménage parfois une bande centrale pour les cyclistes roulant dans le sens opposé).

2.6.5 Mixité du trafic dans une rue résidentielle

Dans les rues résidentielles où la vitesse maximale est de 30 km/h (Ville 30), les cyclistes ne disposent pas d'aménagements cyclables séparés mais sont mélangés au trafic motorisé.

Leur place sur la chaussée peut éventuellement être accentuée par l'utilisation de bandes cyclables suggérées.

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le [Cahier 2 Réalisation des pistes cyclables marquées et des bandes cyclables suggérées](#).

Toutefois, *ce n'est pas une bonne solution* pour les cyclostrades. Lorsque des rues à trafic mixte font partie d'une cyclostrade, il est préférable de les aménager comme une rue cyclable.

2.6.6 Liaisons sans voiture et/ou fermeture de voies

Les voiries sans voiture sont un concept urbanistique qui en décourageant/rendant physiquement impossible la circulation automobile dans certaines rues, crée un environnement plus attrayant pour la marche et le vélo. La circulation locale, les livraisons et les services d'urgence y sont autorisés.

Les liaisons sans voiture peuvent être appliquées pour deux raisons principales :

- Pour réduire le volume de la circulation automobile le long d'une cyclostrade de manière à permettre la pratique sûre et confortable du vélo dans un trafic mixte, sans infrastructure cyclable spéciale ;
- Pour réduire ou éliminer le trafic automobile qui doit traverser une cyclostrade, et ainsi réduire le risque d'accidents ou d'interruptions à un croisement.

La solution la plus simple et la plus efficace pour créer une voirie sans voiture ou pour fermer une chaussée est de placer des poteaux ou d'autres obstacles (jardinières, new jerseys, etc.), rendant la rue complètement inaccessible en voiture, alors qu'elle est confortablement praticable à vélo.

Il est important d'offrir suffisamment d'espace au cycliste. Les chicanes trop étroites, les poteaux trop proches les uns des autres, par exemple, ne permettent pas aux cyclistes moins expérimentés, aux cyclistes avec des remorques pour enfants, aux vélos-cargos, etc. d'emprunter l'itinéraire. Ces chicanes peuvent également constituer des goulots d'étranglement et créer des points de conflit entre différents groupes d'utilisateurs.

Il est possible d'obtenir un effet identique en partant d'un point de départ opposé : une route qui est une impasse pour les voitures en raison d'une barrière naturelle ou artificielle (par ex. une rivière/un cours d'eau ou une fermeture) peut néanmoins offrir un passage aux cyclistes (par ex. en construisant un pont pour vélos ou en supprimant une partie de la fermeture).

S'il n'est pas possible de fermer complètement un tronçon de rue à la circulation automobile, il



Figure 12 – Exemples de solutions sans voiture.

existe d'autres moyens moins radicaux de réduire le trafic de transit dans une zone, à savoir :

- Un sens unique limité (SUL) : les cyclistes peuvent circuler dans les deux sens alors que la circulation automobile n'est autorisée que dans un seul sens ;
- N'autoriser que les mouvements d'entrée et de sortie à droite pour le trafic motorisé aux croisements par ex. (cela peut se faire au moyen de panneaux de signalisation, de marquages et en rendant physiquement impossible le virage à gauche) ;
- Toujours autoriser la circulation des vélos, mais n'autoriser qu'une circulation motorisée spécifique (par ex. les livraisons à des heures précises, les services d'urgence, les transports publics, les véhicules agricoles).

Le sens choisi pour les solutions à sens unique doit rendre la rue locale peu attrayante pour le trafic de transit (de sorte qu'il n'y ait pas de trafic de fuite).

Ce cahier met l'accent sur les directives de conception des cyclostrades le long des infrastructures linéaires (voies de chemin de fer, cours d'eau et éventuellement autoroutes). Nous aborderons cela plus en détail dans les chapitres suivants.

2.7 Les cyclostrades le long des infrastructures linéaires

L'«épine dorsale» de ce réseau est formée par un certain nombre d'**itinéraires le long de barrières naturelles ou artificielles, de pistes cyclables le long des voies ferrées, des voies navigables ou même des autoroutes**. Dans ce cahier, l'attention est plus particulièrement accordée à ce type d'infrastructure cyclable.

Ces cyclostrades sont constituées de chemins réservés à la circulation des vélos. Pour les cyclostrades, on considère une vitesse souhaitée (= vitesse moyenne) de 25 km/h (avec une

vitesse projetée de 45 km/h). L'objectif est qu'un cycliste puisse atteindre cette vitesse moyenne sur une cyclostrade, et ce, en tenant compte des arrêts obligatoires (feux de signalisation, céder le passage, etc.).

Les cyclostrades sont décrites dans le plan régional de mobilité *Good Move* comme le **réseau Vélo PLUS**, destiné aux liaisons rapides à l'échelle métropolitaine. Le caractère direct et la limitation des conflits avec les autres usagers sont particulièrement importants. Les aménagements cyclables séparés y sont privilégiés par rapport à la circulation mixte. Ils sont dimensionnés de façon à permettre la circulation des vélos-cargos (extrait de: Good Move).



Figure 13 – Réseau Vélo PLUS (Good Move).

Good Move a sélectionné 15 axes prioritaires pour le réseau Vélo PLUS. Il s'agit d'une combinaison d'itinéraires séparés le long des voies ferrées.

Ces 15 axes prioritaires sont :

1. Wemmel – Groenendaal ;
2. Meise – Waterloo ;
3. Vilvorde – Halle ;
4. UZ-Brussel – Aéroport ;
5. Kortenberg – Rhode-Saint-Genèse ;
6. Route de l'aéroport ;
7. E40 – Parkway ;
8. Tervuren – Zellik ;
9. Boulevard de la Woluwe ;
10. Asse – Campus de la Plaine ;
11. Jezus-Eik – Anderlecht ;
12. Ligne 26 ;
13. Petite ceinture ;

14. Ligne 28 ;
15. Itterbeek-Porte de Ninove.

Le réseau Vélo PLUS forme, avec le réseau Vélo CONFORT, un vaste réseau d'itinéraires cyclables. La figure suivante cartographie cette situation.

Sur les 248 km d'itinéraires Vélo PLUS, environ 70 km peuvent être considérés comme des cyclo-trades en site propre (l'objet de ce vademecum), soit près d'un tiers du réseau. Il s'agit notamment :

- De toutes les pistes cyclables le long des voies de chemin de fer (L28, L26, L124, etc.) ;
- Des itinéraires le long de l'A12, de l'E411, de l'E40 et du R0 ;
- De l'itinéraire du canal.

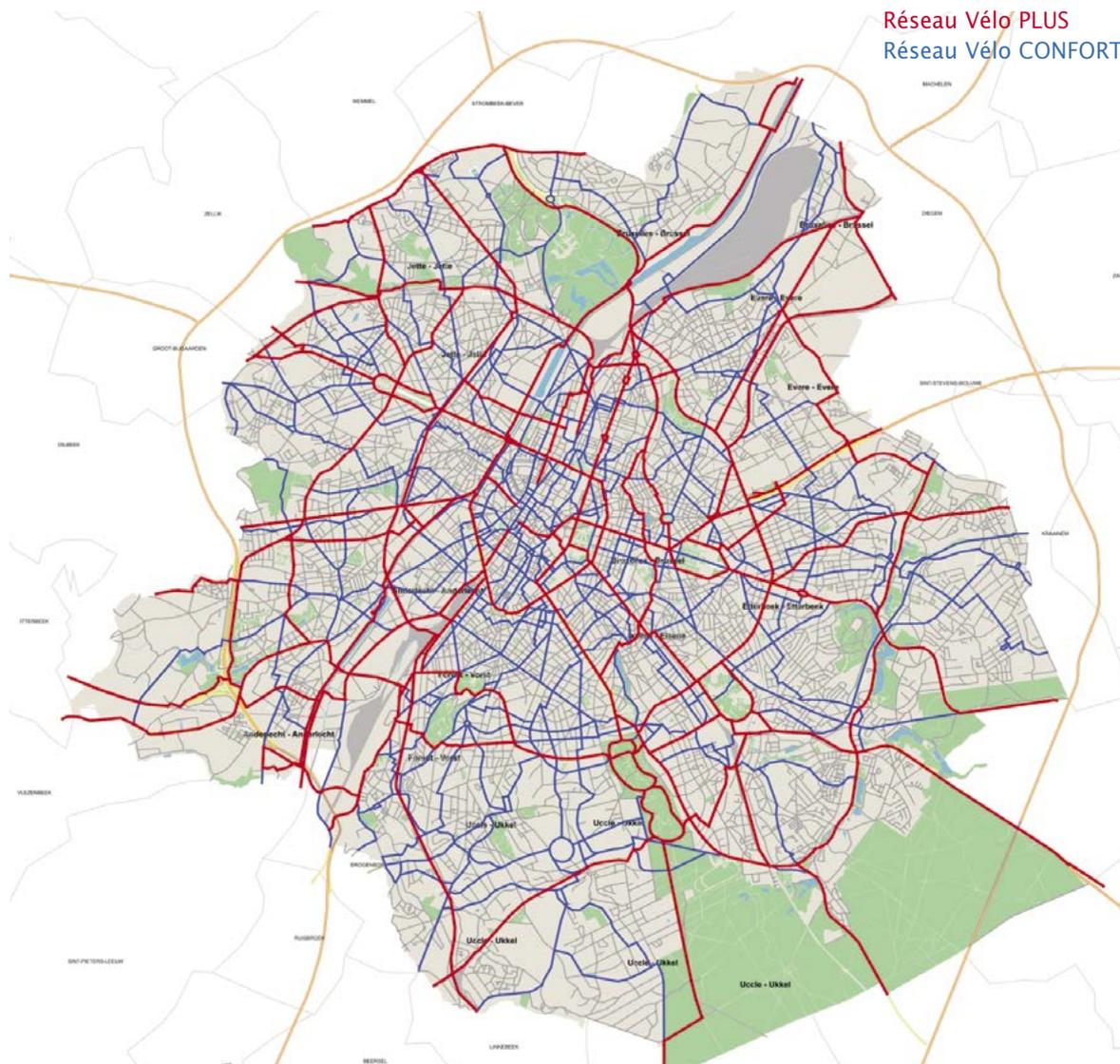


Figure 14 – Spécialisation multimodale des voiries, le réseau Vélo PLUS et le réseau Vélo CONFORT.

3- Des utilisateurs des cyclostrades

Les cyclostrades sont principalement destinées aux cyclistes (avec vélo électrique ou non) qui effectuent un déplacement domicile-travail/école, le cyclisme de loisir et de tourisme étant secondaire. Une cyclostrade doit être conçue pour des utilisateurs de tous les groupes d'âge parce qu'elle sera utilisée tant par les cyclistes novices que par les cyclistes très expérimentés.

La «micromobilité», comme les trottinettes, monocycles électriques, etc., peut également l'emprunter. Dans tous les cas, les cyclostrades ne sont pas conçues pour les cyclomoteurs (électriques ou autres). Les speed pedelecs (les

cyclomoteurs de classe P) sont évidemment les bienvenus sur les cyclostrades. Lorsque les cyclostrades sont signalées par le panneau F99, le logo pour les speed pedelecs («cyclomoteurs P») doit également figurer sur le panneau.

Les piétons peuvent également l'utiliser et, en fonction du panneau choisi pour signaler la cyclostrade, ils sont soit des utilisateurs au même titre que les cyclistes (panneau F99 avec logo piétons et cyclistes), soit ils peuvent utiliser l'infrastructure mais doivent céder le passage aux cyclistes (panneau D7) (voir plus loin).

Outre les utilisateurs réguliers, il peut également y avoir des utilisateurs occasionnels tels que les véhicules d'entretien et les services d'urgence. Il est important de ne pas perdre de vue les impétrants (par ex. pour la réparation de câbles et de conduites), Infrabel ou la faune lors de l'aménagement des cyclostrades (voir *Directives de conception*).

Vu que la cyclostrade n'est pas reprise au Code de la route, son utilisation dépend du statut spécifique de l'endroit (par ex. «chemin de halage», chemin réservé, rue cyclable, etc.).

Voir également 2.5.6 *Tableau récapitulatif*.



Figure 15 – Panneau de signalisation F99(c) indiquant que les speed pedelecs sont autorisés.

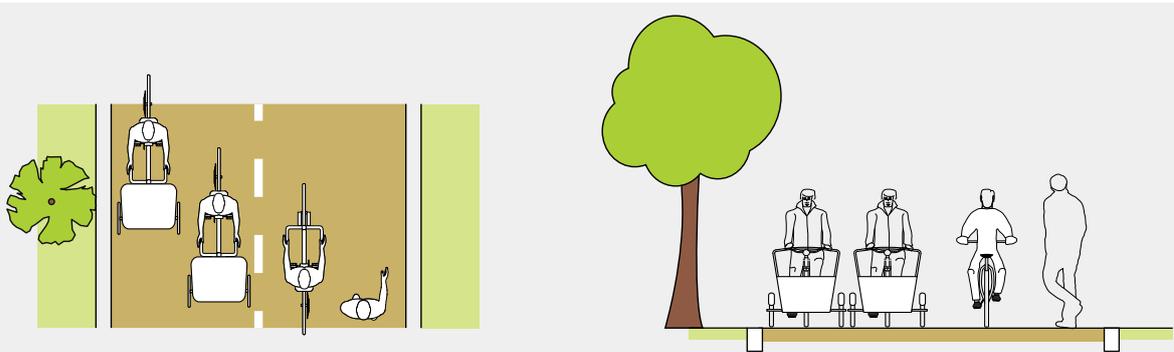


Figure 16 – Usagers de la route sur la cyclostrade.

3.1 Mixité ou séparation (limitée)?

3.1.1 Mixité avec le trafic automobile

C'est le cas des rues cyclables et des rues à trafic mixte (= absence de piste cyclable).

En cas de faible fonction routière (par ex. rues résidentielles) et de faible intensité du trafic motorisé, le mélange de la circulation automobile et cycliste est également possible sur un itinéraire cyclable rapide.

3.1.2 Mixité avec les piétons

Les piétons et les cyclistes sont tous deux des usagers de la route vulnérables et sont même parfois traités comme un seul groupe, mais les cyclistes n'aiment pas rouler entre les piétons et les piétons n'aiment pas marcher entre les cyclistes. C'est pourquoi une distinction claire entre les espaces dédiés aux différentes formes de mobilité active est souvent utile, surtout dans les environnements urbains.

Il existe trois possibilités pour gérer les piétons :

1. L'infrastructure est *signalée comme infrastructure cyclable*, la loi prévoit qu'en l'absence d'infrastructure piétonne, les piétons peuvent utiliser l'infrastructure cyclable, mais doivent céder le passage aux cyclistes ;
 - il convient d'examiner si un itinéraire alternatif peut être proposé aux piétons de sorte qu'ils soient moins enclins à utiliser la cyclostrade ;

- il est également possible qu'une sorte de « comportement naturel » apparaisse : les piétons évitant automatiquement cet endroit lors de fortes affluences vélo (heures de pointe du matin) mais l'utilisant en dehors de ces moments ;

2. *Les piétons et les cyclistes sont mélangés* (mais chacun a sa propre « partie » sur cette infrastructure mixte) ;

3. *Les piétons et les cyclistes sont (physiquement) séparés*, il y a donc une infrastructure cyclable et une infrastructure piétonne.

La figure suivante schématise ces 3 possibilités.

Quelle que soit l'option choisie, il faut que tous les usagers de la route sachent clairement comment ils devront se comporter.

Lors de la conception, il est nécessaire de tenir compte des intensités existantes/prévues.

En cas de séparation, une ligne doit clairement indiquer l'espace réservé aux cyclistes et celui réservé aux piétons. Une indication ponctuelle (panneau de signalisation) n'est pas suffisante car elle n'attire pas assez l'attention.

Une distinction claire entre la place pour les cyclistes et la place pour les piétons peut être réalisée par :

- Une différence de revêtements routiers (mais tous deux doivent être très confortables pour le groupe cible visé et conformes aux prescriptions du [Cahier 5](#) et de la [Charte sur les revêtements piétons en Région de Bruxelles-Capitale](#)).

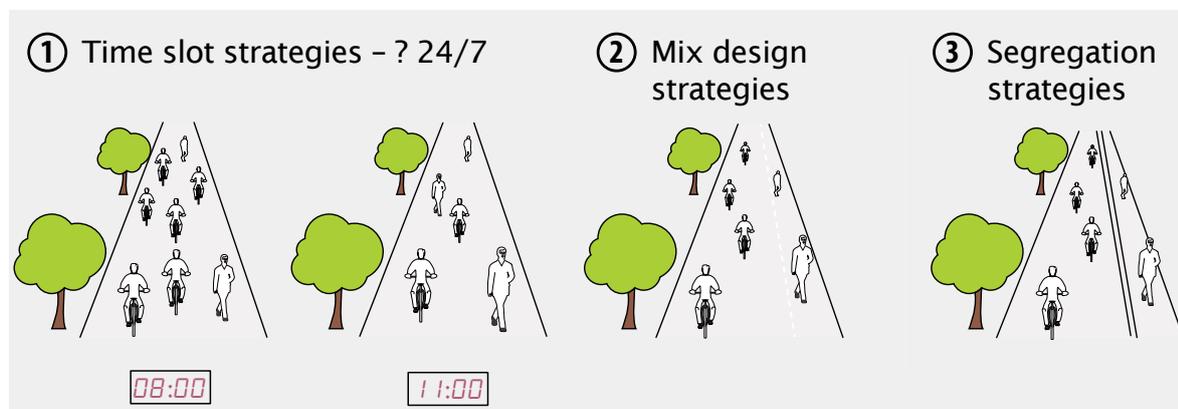


Figure 17 – Relation cyclistes-piétons.

- Une différence de hauteur, où la piste cyclable est légèrement plus basse que le chemin piétonnier. À cet égard, il convient de s'assurer que le chemin piétonnier et la piste cyclable soient suffisamment larges.

Une différence de hauteur donne un signal très clair de « changement de territoire », mais peut être risquée pour les cyclistes qui tentent d'éviter une collision avec un autre usager de la route ou qui font simplement une erreur. Des bordures plus élevées peuvent également être un danger (par ex. en cas de choc avec la pédale) et peuvent augmenter la gravité des blessures en cas de chute des cyclistes. Une bordure biseautée au lieu d'une bordure droite peut résoudre ce problème et rend l'infrastructure cyclable à la fois explicite et indulgente.

Pour le type de bordures : voir plus loin *Directives de conception bordures*.

Le tableau suivant montre quelques critères déterminants pour la mixité ou la séparation.

Mixité
<ul style="list-style-type: none"> - Faibles intensités piétonnes - Faibles intensités cyclistes - Zone moins urbaine
Séparation
<ul style="list-style-type: none"> - Fortes intensités piétonnes - Fortes intensités cyclistes - Itinéraire scolaire - S'il y a des destinations sur le tracé de l'itinéraire - En zone urbaine

Figure 18 – Mixité et séparation sur les cyclostrades (CROW publication 340).

Voir également [Cahier 10 Aménagements cyclables séparés de la chaussée](#), page 29 et suivantes, à propos des conflits potentiels entre piétons et cyclistes.

Quelques exemples sur le terrain (séparation/mixité des piétons et cyclistes). Toutefois, cette dimension sera rare dans un environnement urbain.



Figure 19a – La partie piétonne et la partie cycliste sont séparées par une ligne blanche – Exemple aux Pays-Bas.
© Joris Van Damme



Figure 19b – La partie piétonne et la partie cycliste sont séparées l'une de l'autre par une berge centrale et un marquage linéaire – Exemple en Allemagne, RS1. © Joris Van Damme



Figure 20a – À Lyon, avec des dalles striées
entre la partie cycliste et piétonne.
© Laurent Costa



Figure 20b – Exemples à Copenhague.
© Joris Van Damme



Figure 21 – Quai de Veeweyde, Anderlecht. © Frederik Depoortere

3.2 « Nudging »

Qu'est-ce que le nudging ?

Un «nudge» est une modification de l'environnement donnant lieu à un choix – le contexte de choix –, visant à influencer inconsciemment ce choix. La particularité du «nudge» est qu'il se concentre sur un comportement d'intérêt personnel et général (tel qu'un comportement sain, sûr ou durable), sans rien interdire ni restreindre les résultats (Thaler & Sunstein, 2009). (Traduction libre.)

Le nudging repose sur le principe que les usagers de la route font la plupart de leurs choix de manière rapide et automatique. Pour prendre des décisions raisonnablement bonnes, ils utilisent des signaux de l'environnement et des règles empiriques (Kahneman, 2012). Toutefois, cette manière de prendre des décisions est très sensible aux influences du contexte de choix et, par conséquent, le nudging peut être efficace. L'adaptation du contexte de choix permet d'inciter les gens à adopter le comportement souhaité.

Un nudge peut s'avérer une méthode efficace pour modifier un comportement. Cependant, un nudge ne fonctionne que si sa mise en œuvre est adaptée à l'environnement dans lequel le comportement a lieu et aux processus psychologiques qui impactent le comportement souhaité.

Quelques exemples sur cette page.

De subtils détails d'aménagement permettent d'éviter autant que possible les conflits entre piétons et cyclistes (par ex. placer les bancs à une certaine distance de la cyclostrade afin que les personnes qui s'y trouvent n'aient pas les jambes sur la cyclostrade, prévoir un espace près des panneaux touristiques afin que l'on puisse les lire sans gêner les cyclistes sur la cyclostrade, placer les arceaux à vélos de manière à laisser suffisamment d'espace à côté des vélos attachés et qu'aucune partie du vélo ne se retrouve sur la cyclostrade...).



Figure 22 – Nudging vers une poubelle.



Figure 23 – Nudging pour l'utilisation des escaliers.



Figure 24 – Nudging à Singapour.
© Joris Van Damme

4- Directives de conception

Il est important que les pistes cyclables soient conçues pour l'avenir («future proof») et soient prévues en vue d'une augmentation du nombre de cyclistes.

4.1 Véhicules de référence / véhicules standards

La cyclostrade est le lieu par excellence où toutes sortes de véhicules nouveaux et rapides peuvent trouver une place (micromobilité). Comme le développement de ce type de véhicules est difficile à prévoir, et que la durée de vie d'une cyclostrade est (beaucoup) plus longue que la capacité de prévision des nouveaux véhicules, il est recommandé de veiller à ce que :

- Les véhicules à propulsion humaine existants puissent se déplacer confortablement sur la cyclostrade;
- La conception de l'itinéraire offre une flexibilité suffisante pour accueillir les futurs utilisateurs.

Actuellement, les principaux véhicules de référence pour l'itinéraire cyclable rapide sont les suivants :

- Vélos urbains et vélos de trekking;
- Vélos électriques (assistance jusqu'à 25 km/h);
- Speed pedelecs (assistance jusqu'à 45 km/h);
- Vélos de course (vitesse plus élevée, utilisation en groupe, plus vulnérable);
- Vélos couchés (vitesse plus élevée, niveau de vue limité);
- «Vélos familiaux»: vélos-cargos, longtails, vélos avec remorque (grand rayon de braquage, plus large).

Mais aussi :

- Véhicules d'entretien (largeur et masse plus importantes) (chasse-neige de Bruxelles Mobilité, véhicules de Bruxelles Propreté);
- Véhicules d'intervention.

4.2 Vitesse

On utilise deux paramètres de vitesse différents pour décrire la vitesse d'une cyclostrade: la vitesse projetée et la vitesse moyenne.

Il convient de viser une **vitesse projetée** de **45 km/h**. Cela ne signifie pas que la limite de vitesse sera de 45 km/h, celle-ci sera plutôt de 30 km/h. Cette vitesse projetée (élevée) est nécessaire pour un déplacement confortable à vélo. Il s'agit d'un élément particulièrement important lors de la conception des virages (voir plus loin) et en cas de pentes (tant en raison de la vitesse plus élevée que des possibilités de freinage réduites pour les cyclistes qui descendent).

La '**vitesse moyenne**' (= vitesse de déplacement, vitesse de parcours) est évidemment inférieure, autour de 25 km/h. La vitesse de parcours est la vitesse moyenne sur un parcours qui peut varier, en fonction de l'état de la route et du trafic, mais aussi en fonction des conditions météorologiques et de visibilité. Cette vitesse est donc la vitesse projetée moins les retards causés par :

- La densité d'autres trafics;
- La composition de la circulation;
- La réduction de la vitesse dans les virages et en raison d'éventuels obstacles;
- Les temps d'attente aux carrefours (arrêts et interruptions).

Pourquoi une vitesse projetée élevée est-elle importante?

- La vitesse projetée détermine la vitesse à laquelle les cyclistes peuvent circuler sur le tronçon de l'itinéraire sans compromettre leur sécurité;
- Une vitesse élevée signifie des temps de trajet plus courts et augmente donc la compétitivité du vélo notamment par rapport à la voiture;
- Une vitesse projetée constante réduit le besoin de freiner et d'accélérer (confort). Même les utilisateurs qui roulent plus lentement profitent des avantages d'une vitesse projetée élevée: la bonne visibilité sur l'itinéraire donne suffisamment de temps pour prendre des décisions (sécurité).

Vu que l'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale est une Ville 30 depuis le 1^{er} janvier 2021, la vitesse maximale autorisée sur les cyclostrades est également de 30 km/h, sauf sur un nombre exceptionnel de chaussées le long desquelles peuvent se trouver des cyclostrades.

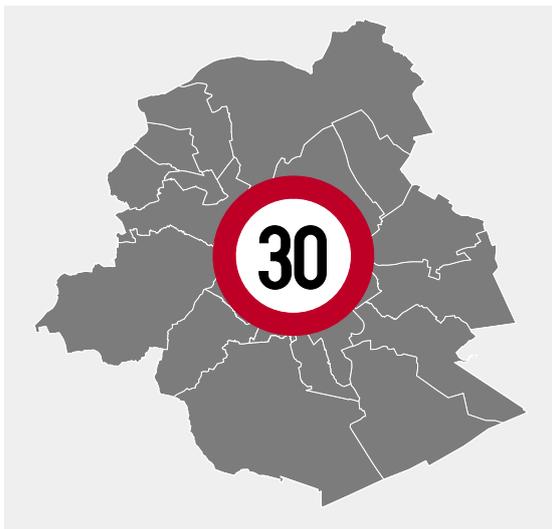


Figure 25 – L'ensemble du territoire de la Région de Bruxelles-Capitale est une Ville 30 depuis le 1/1/2021, à l'exception de quelques axes majeurs (environ 15% des routes) qui restent à 50 km/h, et exceptionnellement à 70 km/h.

4.3 Distance minimale de visibilité et distance minimale d'arrêt

4.3.1 Visibilité

Pour une utilisation sûre, fluide et confortable des cyclostrades, les cyclistes doivent avoir une bonne visibilité sur l'autoroute cyclable. La route, la piste cyclable ou le croisement qui se trouve devant eux doit donc être visible à une distance suffisante.

On peut se baser sur la distance parcourue en 8 à 10 secondes pour déterminer une visibilité *confortable*; la visibilité *minimale* requise est la distance parcourue en 4 à 5 secondes.

	<i>Cyclostrades – itinéraires cyclables principaux</i>
Vitesse projetée pour cyclistes	30 km/h
Visibilité minimale requise	35 – 42 mètres

Figure 26 – Visibilité pour les cyclistes (sur la base de CROW publication 340).

4.3.2 Distance de visibilité d'arrêt

Il faut également tenir compte de la distance de visibilité d'arrêt, c'est-à-dire la distance parcourue pendant une manœuvre de freinage (la distance d'arrêt = la distance de réaction + la distance de freinage). À une vitesse de 45 km/h, la distance de visibilité d'arrêt est de 77 mètres, à 30 km/h, cette distance est de 40 mètres et à 20 km/h, elle est de 21 mètres (en supposant un temps de réaction de 2 secondes et une décélération de freinage de 1,5m/s²). Cette visibilité est non seulement importante sur les tronçons, mais aussi (évidemment) aux croisements. Cela signifie notamment qu'aucun élément gênant la visibilité ne peut être placé aux intersections.

Schématiquement, cela donne ceci :

Vitesse	À 45 km/h	À 30 km/h	À 20 km/h
Distance de visibilité d'arrêt	77 mètres	40 mètres	21 mètres

Quelques formules :

- Distance d'arrêt =
temps de réaction x vitesse initiale
+ distance de freinage
- Distance de freinage =
vitesse moyenne x temps de freinage
- Temps de freinage =
vitesse initiale / décélération

Vue de freinage : la vue de freinage est la vue nécessaire pour pouvoir freiner à l'arrêt de façon sûre

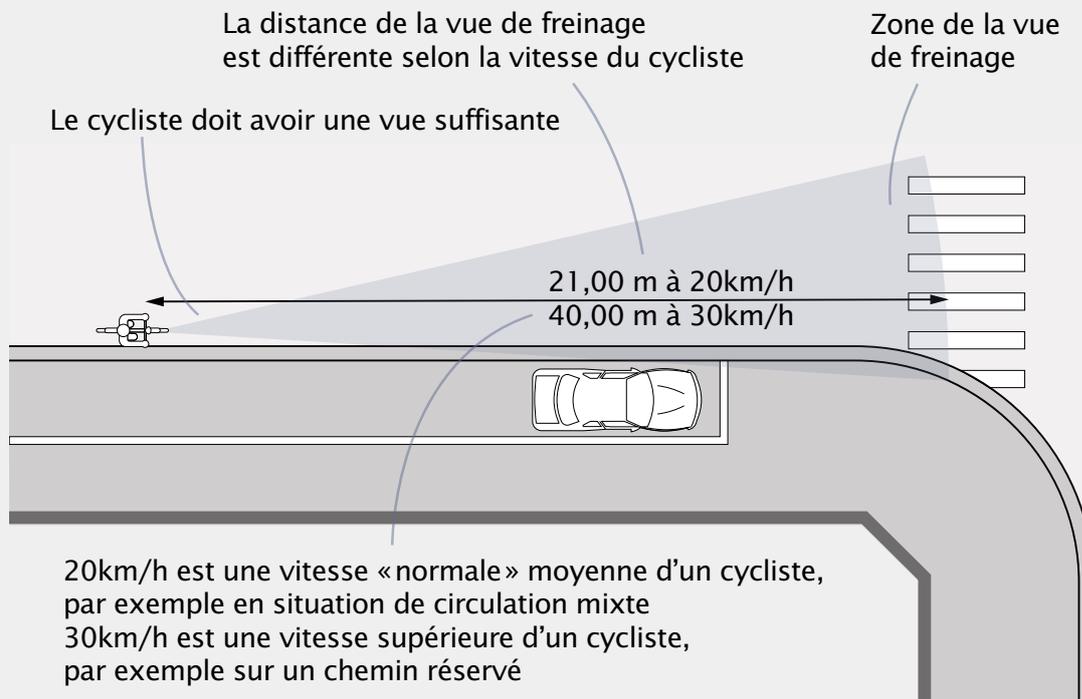


Figure 27 – La distance de visibilité d'arrêt (source : Draaiboek Openbaar Domein Antwerpen).

La vue d'approche : la vue d'approche est la vue nécessaire afin de pouvoir traverser une rue de façon sûre

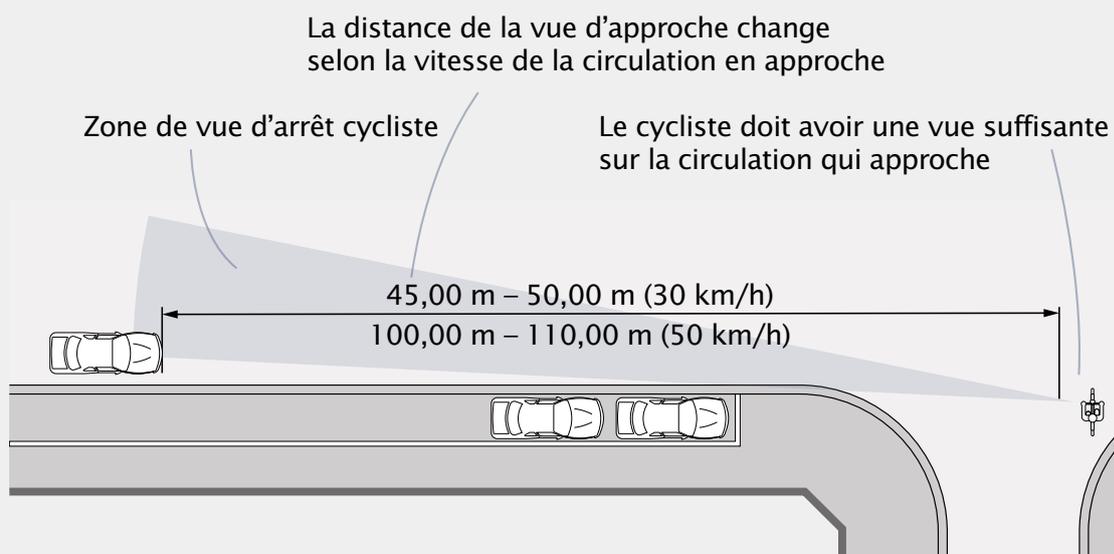


Figure 28 – La visibilité en approche (source : Draaiboek Openbaar Domein Antwerpen).

4.3.3 Visibilité en approche

La visibilité en approche est particulièrement importante aux croisements où les cyclistes doivent céder le passage. Bien entendu, lors de l'aménagement des cyclostrades, la visibilité en approche de la circulation transversale est également un point d'attention important (même si les cyclistes ont la priorité). Pour s'assurer que les cyclistes sur les cyclostrades puissent passer le carrefour sans encombre, ce croisement doit être conçu de manière à ce que la circulation transversale (piétons qui traversent, d'autres cyclistes, le trafic motorisé) puisse circuler avec une bonne visibilité (visibilité en approche) sur les usagers de la cyclostrade.

4.4 Alignement horizontal

4.4.1 Largeur

La cyclostrade doit donner un espace confortable aux cyclistes. Il faut tenir compte tant du type de cycliste (inexpérimenté, très expérimenté, enfant, personne âgée, etc.) que du type de vélo (vélo avec remorque, VTT, vélo électrique, vélo de ville ordinaire, vélo cargo, etc.).

C'est pourquoi la largeur d'une cyclostrade doit permettre aux cyclistes plus rapides de dépasser les cyclistes plus lents en toute sécurité.

Comme les cyclistes aiment se parler, il devrait également être possible de rouler côte à côte sur la majeure partie du parcours.

Compte tenu de l'affluence attendue sur les cyclostrades et pour éviter les conflits entre les différents types de cyclistes, la largeur standard d'une cyclostrade est de 4 m. Cela permet à 2x2 cyclistes de se croiser.

Un profil en travers bien conçu offre :

- L'espace pour circuler à vélo côte à côte ;
- L'espace pour dépasser ;
- L'espace pour éviter les conflits avec les cyclistes en sens inverse ;
- L'espace pour éviter les collisions contre des accotements.

Extrait de : CROW Publication 340, Inspiratieboek snelle fietsroutes

	<i>Piste cyclable à sens unique</i>	<i>Piste cyclable à double sens</i>
Cyclostrades	<i>Largeur standard = 2,5 m</i>	<i>Largeur standard = 4 m</i> <i>Si l'espace disponible est supérieur à 4 m, vous donnez l'espace restant aux piétons.</i>

Figure 29 – Tableau pour le dimensionnement des cyclostrades.

Note: Ces dimensions sont les dimensions de l'espace de passage libre sur la piste cyclable, et excluent par conséquent les zones tampons. Il faut toujours tendre vers la largeur standard.

La largeur doit évidemment être augmentée lorsque l'on attend un grand nombre de cyclistes.

Fietsberaad Vlaanderen étudie les largeurs pérennes pour les infrastructures cyclables en fonction du nombre de cyclistes (attendus). Pour de plus amples informations, voir www.fietsberaad.be.

4.4.2 Profil en travers type

Le profil en travers type de la cyclostrade se compose de :

- 1 mètre de surlargeur de sécurité (y compris la bande de contrebutage en béton) ;
- 4 mètres de piste cyclable ;
- 1 mètre de surlargeur de sécurité (y compris la bande de contrebutage en béton).

En outre, il faut tenir compte des distances de sécurité applicables aux voies et autres obstacles.

Ce profil type doit être adapté et complété en fonction des systèmes d'évacuation des eaux (voir § 4.4.5).

Concernant le revêtement, l'asphalte (revêtement bitumineux) de couleur ocre est la norme.

Une sous-couche d'asphalte et une couche supérieure d'asphalte colorée, au total 10 cm, lorsqu'aucun trafic lourd n'est prévu (dans le cas contraire, la structure doit être adaptée en conséquence, voir § 4.9). La fondation et la sous-fondation peuvent également varier en fonction du sous-sol et de la charge.



Figure 30 – Exemple de la cyclostrade F1 à Zemst. © Joris Van Damme

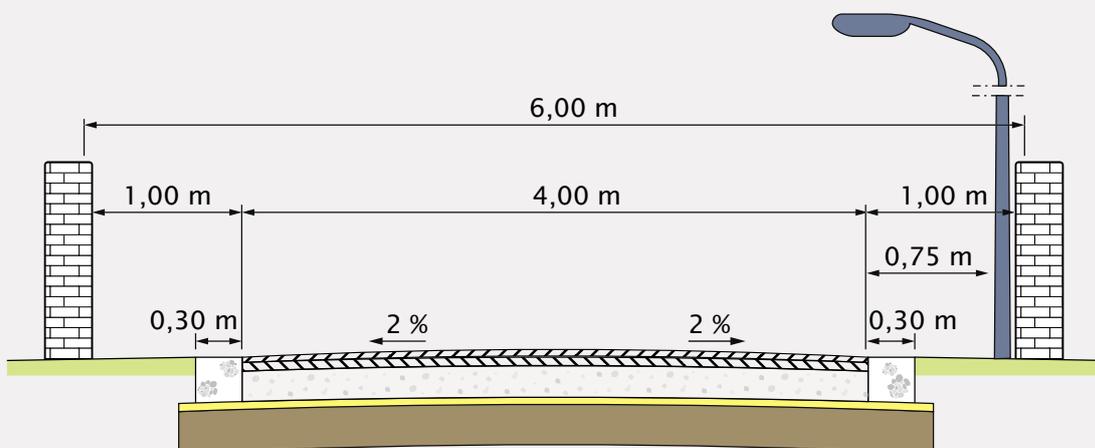


Figure 31 – Profil en travers type d'une cyclostrade (source: Flandre orientale).

4.4.3 Zones tampon

De chaque côté de la cyclostrade, on conserve **un mètre de zone libre** (il s'agit de la largeur standard, et dans des situations exceptionnelles, elle peut être réduite à 60 cm). Cette zone fait office de bordure de sécurité. La bordure de contrebutage en béton fait partie intégrante de cette zone de redressement. Dans cette zone, les panneaux de signalisation et les poteaux d'éclairage peuvent être placés à **min. 80 cm du bord de la cyclostrade**. Aucun autre obstacle ne peut être placé dans cette zone.

La zone libre peut être constituée d'herbe, de végétaux et de plantes herbacées et doit être entretenue intensivement par le gestionnaire de voirie.

La végétation existante est préférablement conservée. Lorsque l'on dispose de davantage d'espace, le reste de la bande en dehors de cette zone sera planté de végétaux locaux afin d'assurer l'intégration paysagère de la cyclostrade.

Les dalles gazon ne sont pas très confortables pour les piétons. Si des piétons utilisent également la cyclostrade, il est préférable d'opter pour un autre matériau.

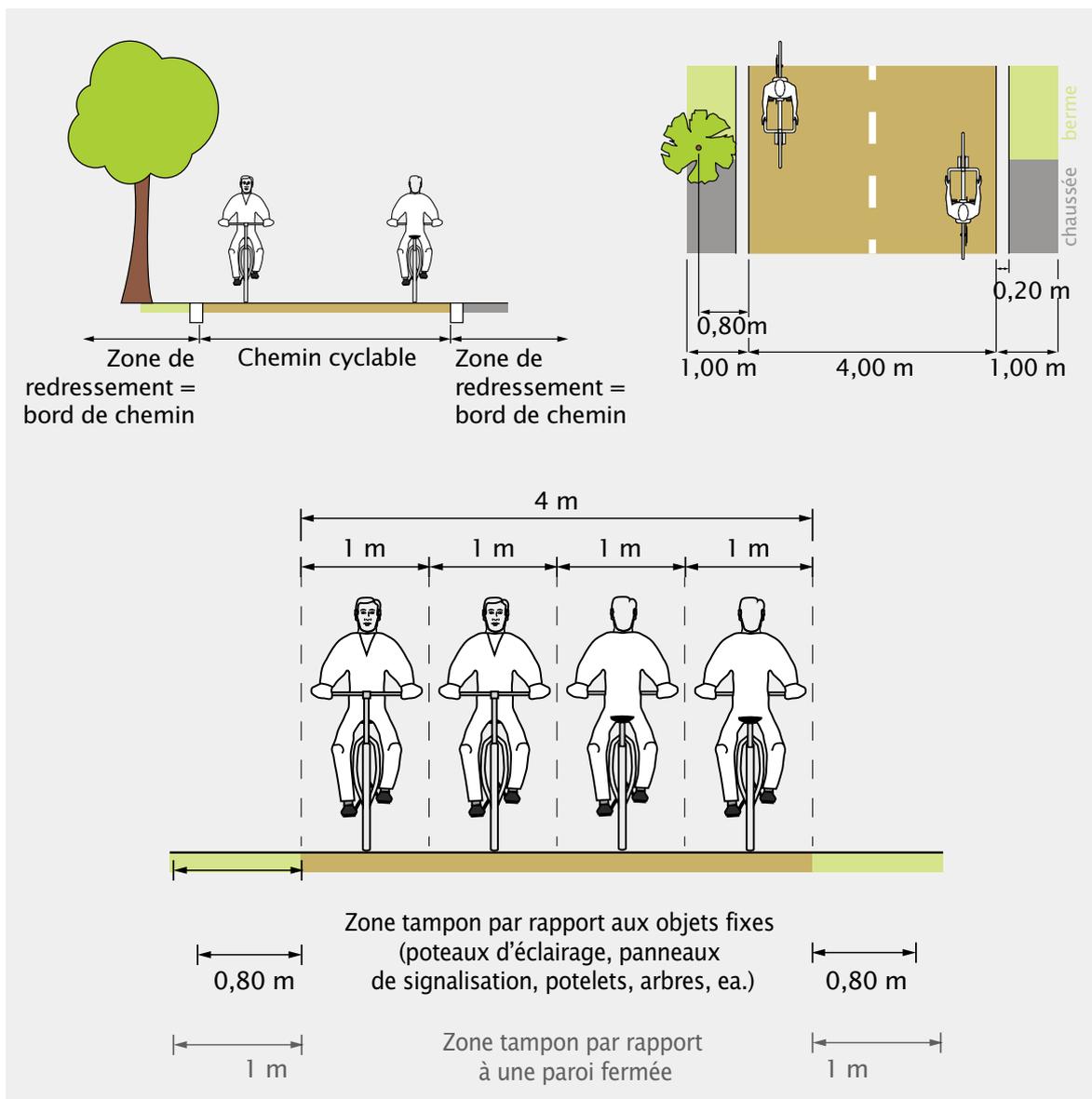


Figure 32 – Coupe transversale d'une cyclostrade.



Figure 33 – Exemples de bordures de cyclostrades (Flandre).

4.4.4 Bordures

Une bordure, plate ou biseautée, installée sans ressaut est recommandée le long des cyclostrades.

D'un point de vue technique, une bordure est nécessaire si la cyclostrade est réalisée en asphalte (la norme). Les cyclostrades en béton ont techniquement moins besoin d'une bordure.

Une bordure peut avoir un certain nombre de fonctions :

- *Fonctionnelle*: augmentation de la largeur effective de la piste (en comblant l'espace entre la voie et l'accotement, les cyclistes peuvent rouler plus à droite);
- *Constructive*: prévenir les dommages au bord de la piste (surtout dans le cas des cyclostrades en asphalte, si les cyclostrades sont en béton, la bordure est moins importante). Pour éviter les dégâts causés par les racines, il est nécessaire de prendre des mesures complémentaires, par ex. augmenter la distance entre les arbres et la piste cyclable, installer des systèmes verticaux anti-racine, tenir compte du type d'arbres, etc.;
- *Esthétique*: encadrer la piste;
- *Sécurité*: guider et éviter les collisions contre l'accotement.

Évidemment, la bordure ne peut pas être elle-même un obstacle pour les cyclistes.

Lorsqu'il n'y a pas de bordure (par ex. sur des cyclostrades en béton), les marquages latéraux peuvent assurer le guidage nécessaire des cyclistes. Voir à ce sujet 4.7.2 *Marquages latéraux*.

4.4.4.1 Bordure à côté d'un chemin piétonnier

Type de bordure :

Une bordure trapézoïdale, avec une différence de hauteur entre 5 et 11 cm et un angle entre 15 et 30° (pente entre 1:4 et 1:2), est considérée comme des bons exemples. La mise en œuvre doit évidemment être soignée pour éviter tout ressaut. Le test réalisé dans la ville de Vancouver, une bordure biseautée de 50 mm avec une pente de 1:3 (5 cm de différence de hauteur sur 15 cm d'espace horizontal) a reçu le feedback le plus positif des cyclistes, des piétons (malvoyants) et des personnes en chaise roulante. La hauteur est suffisante pour faire une différence notable tant pour les cyclistes que pour les piétons, avec un risque très faible de chute des cyclistes lorsqu'ils roulent contre la bordure ou l'accrochent avec une pédale.



Figure 34 – Séparation piste cyclable/trottoir à Bruges, Belgique. © Projet CHIPS



Figure 35 – Séparation piste cyclable/trottoir à Arnhem, Pays-Bas. © Projet CHIPS

La bordure dans l'exemple ci-dessus assure une séparation visuelle et tactile des différents modes et est indulgente (tout d'abord, il faut que la largeur des zones cyclables et piétonnes soit suffisante).

Des études supplémentaires sont nécessaires pour trouver d'autres bonnes séparations (indulgents et lisibles) entre la partie cyclable et la partie piétonne.

4.4.4.2 Bordure en cas de cyclostrade solitaire (accotement le long des deux côtés)

Dans le cas des **cyclostrades avec un revêtement en asphalte**, il est conseillé de toujours prévoir des bordures, même s'il n'y a pas de chemin piétonnier adjacent. Cela présente des avantages en termes de pose de l'asphalte, et réduira considérablement le risque d'endommager les bords de l'asphalte.

Le compactage de la zone en bordure de l'asphalte est plus facile (la longévité des bords sera bien meilleure, moins de risque d'usure de la couche d'asphalte). L'asphalte chaud est littéralement enfermé par les bordures lors du compactage. Sur le plan esthétique, il y a aussi des avantages. Le bord est beau et droit. Sans bande de contrebutage, il sera nécessaire de compacter le bord de l'asphalte avec un cylindre latéral ou de couper avec une scie latérale montée sur un compacteur. (Pour plus d'informations, voir [Code de bonne pratique du CRR R96 § 1.6.6.2, § 1.6.6.3 et § 3.6.2.1.](#))

En l'absence de bordure, on devra prévoir une largeur de revêtement plus grande lors de la réalisation. Pour chaque sous-couche d'asphalte et aussi pour la couche de fondation, il est nécessaire de prévoir une surlargeur des deux côtés de la piste. Cette surlargeur (± 10 à 15 cm) est nécessaire pour permettre la réalisation de la couche d'asphalte supérieure sans bordures (échelonnement). Lors de l'utilisation d'une bordure, il ne faut pas prévoir des surlargeurs des couches de revêtement.

Les bords non contrebutés sont également plus sensibles à la croissance des plantes (l'asphalte a une structure plus ouverte). À plus long terme, les bords non contrebutés s'useront et se fissureront plus facilement.

Mieux vaut éviter les effets de bord : la présence d'une bordure (bande de contrebutage et fondation) entravera l'infiltration des eaux de surface présentes sur les côtés de la cyclostrade dans la zone en bordure de la structure de la voirie (0,5 à 1 mètre) ce qui risque d'engendrer la détérioration et la fragilisation des fondations. S'il devait y avoir atteinte aux fondations, un trafic lourd circulant sur ces bords ou une période de gel augmenterait le risque de rupture, de fissuration ou d'affaissement des bords en asphalte de la cyclostrade. Pour plus de détails sur cet effet de bord, nous renvoyons au [Code de bonne pratique du CRR R88](#) (page 30).

Pour les **cyclostrades en béton** sans chemin piétonnier adossé, il est possible d'omettre la bordure.

Une bordure visuelle (par ex. en peinture fluorescente) assure un bon guidage. À ce sujet, voir également 4.7.2 *Marquages latéraux*.



Figure 36 – Exemple d'une cyclostrade en asphalte, avec bordures, la F1 à Zemst, Flandre.



Figure 37 – Exemple de cyclostrade en béton coulé sans bordures, avenue de Madrid, Bruxelles.

4.4.5 Drainage et fossés

Lors de la conception des profils transversaux et longitudinaux de la cyclostrade, il faut non seulement tenir compte des dimensions de la charge de trafic et de la protection contre le gel de la structure (voir § 4.9), mais aussi de la gestion de l'eau au niveau de la structure de la cyclostrade. Il faut toujours tenir la structure à l'abri de l'eau qui peut affecter la stabilité et la portance.

Pour une bonne gestion de l'eau sur les structures routières, nous renvoyons au [Code de bonne pratique du CRR R80/09](#) «Protection des routes contre les effets de l'eau».

On préférera une cyclostrade dont le revêtement est posé avec un profil de toiture. Il est important que l'eau soit ensuite éloignée du bord de la structure de la cyclostrade aussi rapidement que possible.

Pour ce faire, il existe **quatre possibilités** :

- Fossés (détails et dimensions, voir [Code de bonne pratique R88](#));
- Wadis (zones d'infiltration pour laisser l'eau s'infiltrer dans le sol);
- Fondations drainantes (pour les règles de conception et les recommandations, voir les codes de bonne pratique du CRR);
- Conduits d'évacuation ([Code de bonne pratique du CRR](#)).

Le problème de la sécheresse entraîne de nouveaux défis, également dans le domaine du drainage. Chaque litre d'eau de pluie qui peut s'infiltrer dans le sol est préférable à l'eau qui est simplement évacuée vers les égouts. Il convient d'examiner si la bande de redressement (zone tampon) peut constituer un tampon d'eau.

Dans la mesure du possible, un fossé ou un wadi (zone d'infiltration des eaux de pluie) est prévu afin de répondre aux exigences d'infiltration de l'eau dans le sol.

Les wadis ne sont possibles que dans les zones où le sous-sol est suffisamment perméable. De plus, il faut une distance suffisante (au moins > 1 mètre) entre le wadi et le bord de la structure de la cyclostrade. Si l'eau s'infiltré trop près du bord de la structure de la piste, cette eau peut s'infiltrer dans le bord de la structure routière et fragiliser sa capacité portante, en endommageant le bord (affaissements, fissures). Pour plus de détails sur cet effet de bord, nous renvoyons au [Code de bonne pratique du CRR R88](#) (page 30).

Lorsqu'il n'y a pas assez d'espace pour un fossé ou un wadi, on peut envisager de tamponner l'eau de pluie dans une fondation drainante. Ensuite, l'eau peut s'infiltrer dans le sol. Cette solution n'est pas toujours possible, car le sol doit être suffisamment perméable. Nous renvoyons aux *codes de bonne pratique du CRR* pour les prescriptions de conception.

Si les options précitées ne sont pas possibles (manque d'espace, perméabilité insuffisante du sol), l'eau devra être évacuée par des méthodes conventionnelles (avaloirs, égouts).

Les réservoirs souterrains locaux d'eau de pluie (sous la piste) doivent être accessibles pour l'entretien.

Dans le cas de cyclostrades situées à côté de voies ferrées, il ne doit pas y avoir de drainage vers les voies, à moins qu'il n'y ait un fossé entre les voies et la cyclostrade. Un tamponnement (partiel) dans les fondations peut également être envisagé dans ce cas.

Le drainage doit être conçu de manière à pouvoir rouler à vélo et se promener confortablement.

Les tunnels nécessitent une attention particulière pour un bon drainage. Bien entendu, l'eau ne doit pas stagner dans le tunnel. En outre, il faut veiller à empêcher les eaux souterraines de pénétrer dans le tunnel.

4.4.6 Rayon de courbure

L'itinéraire de la cyclostrade est aussi droit que possible. On évite tant que possible les virages, les dénivelés (voir plus loin), les obstacles et les arrêts (par ex. les carrefours où la cyclostrade n'est pas prioritaire).

Sur les cyclostrades, le rayon de courbure standard est de 35 mètres. Il s'agit d'une taille ambitieuse qui devra être considérée en fonction de l'occupation de l'espace.

Des outils logiciels permettent de simuler si les cyclistes (y compris les vélos cargo, les tandems, etc.) seront en mesure d'utiliser facilement le rayon de courbure. Ils peuvent fournir des informations utiles sur la trajectoire des différents types de vélos, et il est important d'en tenir compte lors de la phase de conception.

4.5 Alignement vertical

4.5.1 Fermeture, clôture

4.5.1.1 Généralités

Le principe de base est de ne pas installer de clôtures si cela n'est pas indispensable.

Celles-ci sont également pénalisantes pour le passage des personnes et des animaux. Voir le chapitre 4.11.4 *Clôtures favorables au passage de la faune*.

Lorsqu'il existe une raison justifiant le placement d'une clôture, les éléments suivants sont pris en compte :

- Adapter les éléments de délimitation en créant des ouvertures de 10 à 20 cm² tous les 15 mètres. Opter pour la plus grande ouverture possible pour permettre à des animaux de plus grande taille de bénéficier également de ce passage. Si la longueur totale de la clôture est inférieure à 15 mètres, prévoir au moins 1 passage;
- Éventuellement, utiliser des ouvertures qui permettent aussi de montrer au public à quoi elles servent comme un « passage hérisson » (= ouverture ayant la forme d'un hérisson);
- Privilégier les haies indigènes, en particulier celles poussant spontanément sur le site;
- S'il est nécessaire d'installer une clôture, un compromis entre la haie et la clôture est d'installer une clôture de type « ursus » à l'envers, les grosses mailles vers le bas. Elle sera ensuite camouflée par la plantation d'une haie devenue plus haute. Les mailles font minimum 15 cm²;
- Si la clôture est constituée de mailles serrées, prévoir des trous de 20 cm² tous les 15 mètres ou au minimum une ouverture si la longueur est inférieure à 15 mètres;
- Les clôtures en châtaignier: utiliser du châtaignier bien écorcé au préalable (assez blanc), pour éviter le chancre de l'écorce du châtaignier (champignon);
- Afin de bien tendre la clôture, il est conseillé de poser 2 ou 3 fils tendeurs entre les piquets avant de poser la clôture et de l'attacher aux piquets et aux fils tendeurs. Les piquets sont enfoncés dans le sol d'1/3 de leur longueur. La clôture est posée à même le sol, mais trois lattes sont coupées à la base tous les 15 mètres afin de permettre le passage de la petite faune. Toujours placer les pointes vers le haut:
 - clôture de 50/60 cm de haut: 2 fils. Écartement entre les lattes: minimum 4 cm jusqu'à 7,5 cm;

- clôture de 80 cm ou plus : 3 fils. Écartement entre les lattes : 7,5 cm.

Pour une clôture plus robuste :

- Les poteaux sont placés tous les 1 m30 à 2 m avec placement de jambes de force (poteaux de soutien placés en biais contre les poteaux verticaux) tous les 30 m, à chaque changement de direction de la clôture et aux extrémités de celle-ci ;
- La clôture est fixée à chaque piquet par plusieurs cavaliers (clous en U en général au niveau de chaque fil de clôture) et elle peut être rigidifiée par des lisses (demi-rondins en bois fixés horizontalement en haut et en bas de la clôture) ou par des tiges métalliques ;
- Pour permettre le passage des petits animaux, il suffit de fixer la clôture sur les piquets 10 cm au-dessus du sol. Toujours placer les pointes vers le haut !

Vous trouverez de plus amples informations sur les passages de faune à l'adresse suivante : https://document.environnement.brussels/opac-css/elecfile/RT_Clatures_faune_FR.pdf

4.5.1.2 Clôture sur les cyclostrades en amont du terrain

Lorsque la cyclostrade est située en amont du terrain, une zone tampon d'une largeur minimale de 1,5 m est requise. Si cela n'est pas possible, il est préférable d'installer une clôture.

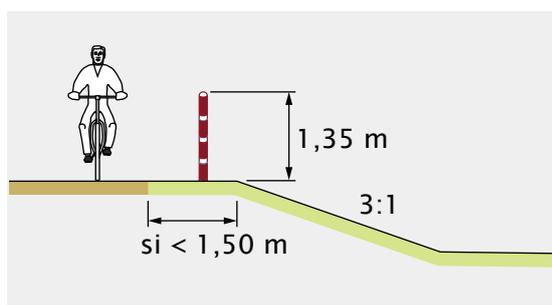


Figure 38 – Zone tampon en cas de piste cyclable en surplomb.

4.5.1.3 Clôture le long des voies de chemin de fer

Lors de l'aménagement de cyclostrades le long de voies de chemin de fer, une collaboration avec Infrabel est indispensable.

L'accord entre Infrabel et Bruxelles Mobilité concernant les infrastructures cyclables dans les assiettes de voies de chemins de fer stipule : *La protection des lignes ferroviaires est assurée par une clôture d'une hauteur transversale minimale de 1,80 m qui peut être portée localement à 2,40 m à la demande d'Infrabel, ou par une mesure efficace équivalente. La distance entre le rail extérieur et la limite du projet sera d'au moins 3,00 m.*

Infrabel doit donc toujours être impliqué dans la réalisation des cyclostrades le long des voies ferrées.

Pour tous les projets susceptibles d'avoir un impact sur la réalisation d'une piste cyclable ou d'un chemin piétonnier existant ou pour lesquels une notification a été envoyée par la Région, Infrabel consulte la Région (extrait convention Infrabel – RBC).

4.5.2 Pentes

Les pentes doivent être praticables pour tous les cyclistes, du moins sportif au plus sportif, et sur différents types de vélos (vélos de ville, vélos cargo, etc.).

Outre l'utilisateur et le moyen de transport, l'environnement et les circonstances jouent également un rôle : la sécurité, la perception, le sentiment de faire un détour, le vent, la température, la visibilité, etc.

En général, on applique les règles suivantes : plus la différence de hauteur à franchir est grande, plus l'inclinaison est faible.

C'est logique, car plus la pente est raide, moins les cyclistes pourront tenir l'effort pour l'affronter. En cas de longues pentes, il est recommandé de diminuer progressivement l'inclinaison vers le haut.

La descente de pentes raides peut ne pas sembler être un problème au premier abord, mais les pentes raides entraînent des vitesses plus élevées, qui à leur tour augmentent la distance de freinage.

De nombreux dénivelés sur une cyclostrade augmentent l'effort des cyclistes, ce qui diminue la facilité d'utilisation et la compétitivité des cyclostrades.

Les pentes peuvent être un facteur de risque critique pour les croisements sur les pentes mais aussi peu après la descente d'une pente. Les cyclistes qui descendent une pente ont moins de temps pour réagir et ont besoin de distances beaucoup plus longues pour s'arrêter. Le freinage peut constituer un risque pour la sécurité, voire un danger dans des conditions météorologiques défavorables.

Il peut parfois être nécessaire d'augmenter la largeur des pentes, car les cyclistes qui descendent bénéficient d'une plus grande marge de sécurité en lien avec la vitesse plus élevée et ceux qui montent ont également besoin de plus d'espace pour équilibrer leur vélo en raison de la vitesse plus faible.

Divers manuels calculent la pente en fonction de la dénivellation; de courtes pentes raides peuvent être acceptables, à condition que les cyclistes aient la possibilité d'accélérer avant de monter et, dans le sens inverse, de ralentir naturellement sans avoir à freiner après la descente. Si la typologie ne permet pas une pente confortable, il faut prévoir une bonne alternative.

La pente pour les cyclistes ne doit généralement pas dépasser 6%, bien que de très courts tronçons à maximum 10% soient acceptables. Pour les montées plus longues, les pentes doivent être réduites à 2-3%.

Pentes :

- Standard : 4,4% et jamais plus de 6%.
- Tronçons très courts à max. 10% sont potentiellement acceptables.
- Pour les très longues montées, l'inclinaison est réduite à 2-3%.
- Prendre en compte la contrainte PMR si pertinent.

Pente %	Distance max.	Hauteur max.
12	18,00 m	2,16 m
10	27,00 m	2,70 m
8	45,00 m	3,60 m
6	90,00 m	5,40 m
5	120,00 m	6,00 m
3	sans limite	sans limite

Figure 39 – Inclinaisons des cyclostrades en fonction de la longueur maximale et de la hauteur à franchir.

Pour déterminer la pente optimale, vous pouvez également consulter le lien suivant : https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Wp0WrcL-l4Rsa-CI8z4D_JSk2svRM2l64-TmhiP8w6wA/edit#gid=0

Il faut parfois choisir entre une pente moins confortable (> 6%) ou un facteur de détour pour obtenir une pente moins raide. Mais d'autres facteurs entrent également en jeu. Le rond-point du Dockx, par ex., a une forte pente (10%), qui ne pouvait être intégrée d'aucune autre manière, mais qui permet d'éviter le rond-point à deux voies. Il comporte un virage, de sorte qu'en tant que cycliste, vous êtes obligé de ralentir et de perdre votre élan. Tout cela doit être pris en compte lors de la construction d'une cyclostrade.

Quand la distance à parcourir est supérieure à 120 m, une surface horizontale (plateforme, «point de repos») d'une longueur minimale de 25 m est nécessaire.

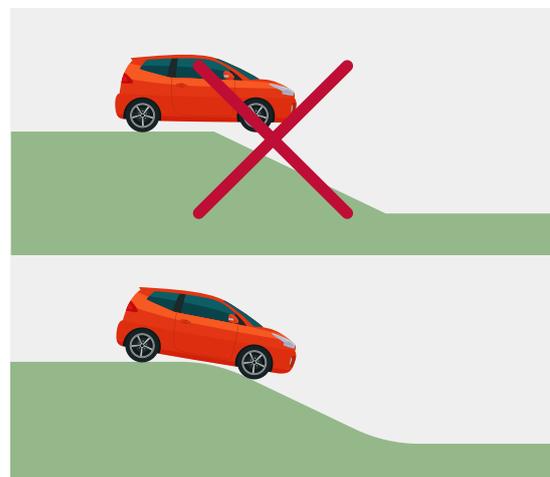
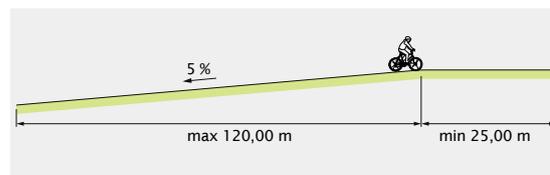


Figure 40 – Pentes cyclostrades. Un paramètre lié au dénivelé est le rayon de courbure vertical. Plus ce rayon est élevé, plus la transition entre les parties de la piste cyclable ayant des pentes différentes est fluide.

Il est également utile de prévoir un «point de repos» (= un plan horizontal) sur les pentes moins raides en terrain ouvert, lorsque la direction du vent dominant génère fréquemment des vents de face.

La pénibilité éprouvée par un cycliste d'une pente (Z) peut être calculée comme le pourcentage (moyen) de la pente au carré multiplié par la longueur de la pente (L) ou la différence de hauteur (H) au carré divisée par la longueur.

$$Z = (H/L)^2 \times L = H^2/L$$

Un facteur X ($X = L/H^2$) peut être utilisé; un équivalent arithmétique pour la pénibilité: $X = 1/Z$. Il est souhaitable de conserver la limite supérieure du confort (le facteur X) et donc la limite inférieure de la pénibilité de la pente (la valeur Z).

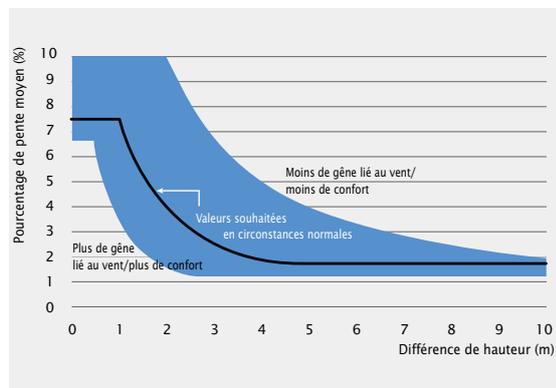


Figure 41 – Marges pour les pourcentages d'inclinaison (source: CROW publication 340).

La formule suivante donne un aperçu du degré de difficulté d'une pente cyclable :

$$Z = (H/L)^2 \times L = H^2/L$$

Où Z = pénibilité

Et

L = longueur de la pente en mètres

H = différence de hauteur en mètres

Dans des circonstances normales, Z = 0,075 comme valeur-cible (= la ligne noire dans le graphique).

La limite supérieure des marges (moins de nuisance due au vent/moins de confort) est basée sur $Z = 0,200$ avec un maximum de 10%; la limite inférieure (plus de nuisance due au vent/plus de confort) sur $Z = 0,033$ avec un maximum de 6,67% et un minimum de 1,25%.

Donc, pour déterminer le pourcentage de la pente, la ligne noire du graphique est la valeur-cible.

Un paramètre lié au dénivelé est le rayon de courbure vertical. Plus ce rayon est élevé, plus la transition entre les parties de la piste cyclable ayant des pentes différentes est fluide.

4.5.3 Hauteur minimale des couloirs sous voies

Pour les couloirs sous voies, la hauteur libre minimale doit être d'environ 275 cm.

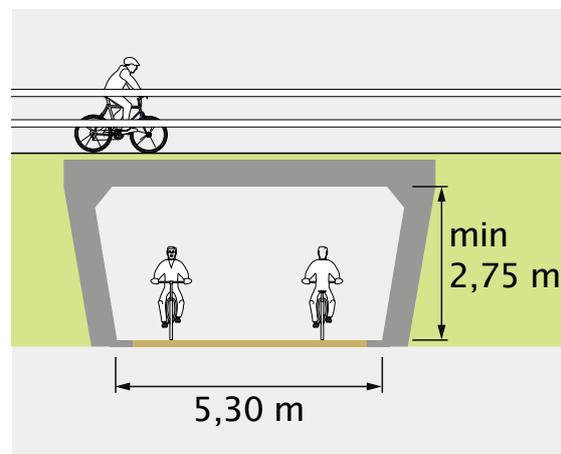


Figure 42 – Hauteur minimale pour les passerelles cyclables.

4.5.4 Obstacles

Il faut éviter les obstacles sur la piste cyclable mais les obstacles (juste) à côté de la cyclostrade peuvent également être dangereux :

- Risque de collision entre le vélo ou le cycliste et l'obstacle lui-même ;
- Gravité accrue des blessures en cas de chute ou de collision (objets durs, bords tranchants, etc.).

S'il n'est pas possible d'éviter complètement les obstacles, ils doivent être clairement visibles à l'avance et aussi « indulgents » que possible.

Les obstacles sont placés dans la zone tampon (mais à une distance sûre de la piste cyclable, c'est-à-dire à au moins 80 cm du bord de la cyclostrade, voir ci-dessus).

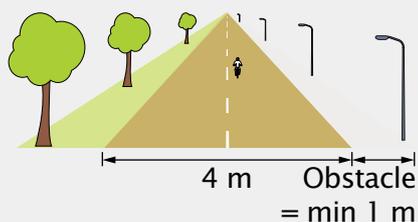
Les grands obstacles (ex.: station de transformation d'Infrabel) sont fréquents à Bruxelles. Ces obstacles doivent être pris en compte lors de la conception.

Lorsque les obstacles ne peuvent pas être supprimés ou placés à une distance sûre de la cyclostrade, des lignes au sol doivent annoncer sa présence, comme les lignes précédant un poteau. Si l'obstacle se trouve au bord de la cyclostrade, la cyclostrade doit être réduite à 3 mètres à hauteur de cet obstacle (au lieu de la largeur standard de 4 mètres), de sorte qu'il y ait un mètre de « libre » entre l'obstacle et la cyclostrade (servant donc de zone tampon). Cette zone doit être indiquée par des marquages (par ex. similaire à celui d'une zone d'évitement). Le revêtement doit être identique à celui de la cyclostrade. Cette zone avec marquage doit donc également être praticable.

Lorsqu'il y a un intervalle de 30 à 60 mètres entre deux obstacles successifs, la piste cyclable doit se rétrécir uniquement au niveau de l'obstacle et revenir à 4 m de largeur après l'obstacle. Cette solution est bien plus souhaitable que celle de réduire la cyclostrade à 3 m sur toute la longueur entre les obstacles.

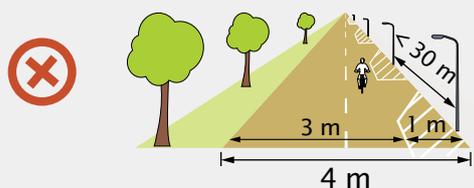
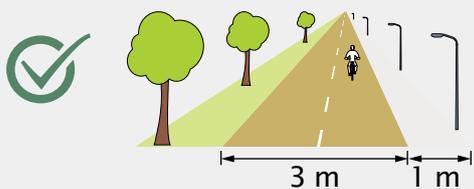
Mais lorsque la distance entre deux obstacles successifs est trop courte pour que le cycliste puisse s'écarter en douceur du premier obstacle afin d'utiliser toute la largeur et éviter en douceur l'obstacle suivant, il est préférable de réduire localement la cyclostrade à 3 mètres (et de considérer les deux obstacles comme un seul).

Solution « standard »



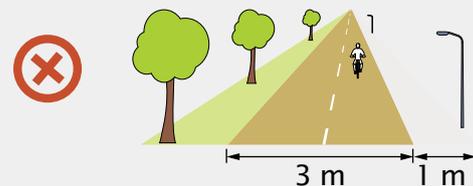
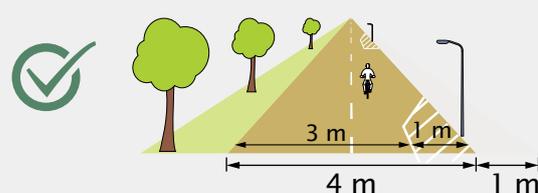
Les obstacles doivent être placés à au moins 1 m du bord de la cyclostrade.

Solution avec plusieurs obstacles



En cas d'obstacles très réguliers (à moins de 30 m de distance), il est préférable de rétrécir la piste cyclable.

Solution avec obstacle « ponctuel »



Lorsque des obstacles ne peuvent pas être déplacés, une zone d'1 m autour de l'obstacle doit être marquée en blanc sur la cyclostrade (cf. zone d'évitement).

En cas d'obstacles ponctuels (par ex. distants de 30 à 60 m), la piste cyclable doit s'élargir à nouveau après l'obstacle.

Ne pas mettre le marquage central au niveau des obstacles.

Figure 43 – Obstacles le long de la cyclostrade.

4.5.5 Poteaux

Les poteaux et les rétrécissements de piste sont souvent à l'origine d'accidents impliquant un cycliste seul, surtout parmi les cyclistes plus âgés. Bon nombre de ces collisions peuvent être évitées en ne plaçant des poteaux que lorsqu'ils sont strictement nécessaires, et en optant, dans ce cas, pour un poteau flexible.

Pour permettre un service d'entretien aisé, un passage libre d'un 1,60 m est nécessaire. À ce sujet, voir https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/amenagements_cyclables_separes_de_la_chaussee_partie_i.pdf *Aménagements cyclables séparés de la chaussée, pages 46-48.*

La prévisibilité et la perceptibilité sont également importantes. Il est essentiel d'utiliser des marquages striés suffisamment longs.

Ce marquage strié (marquage en relief) est une ligne interrompue d'une épaisseur de 3 à 6 mm, la largeur verticale étant de 4 à 5 cm. L'espace entre 2 stries successives est 3x la largeur de la strie.

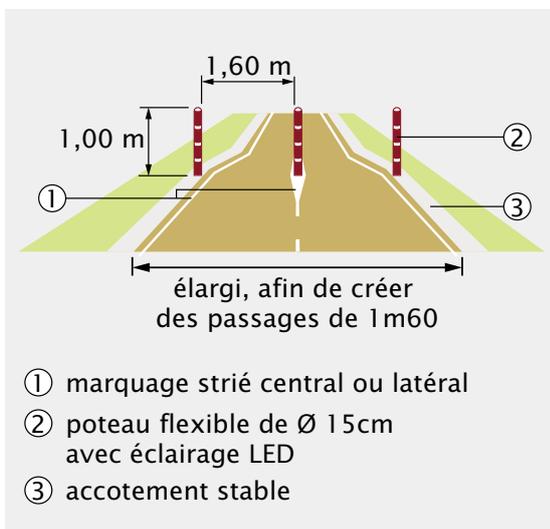


Figure 44 – Les poteaux doivent être précédés d'un marquage strié.

Les poteaux doivent être indulgents (et flexibles). Par ex. le placement d'un grand arbre au niveau de l'îlot central (s'il y a suffisamment de place) peut faire en sorte que les cyclistes en groupe le remarquent bien à l'avance.

4.6 Intersections

Voir également [Cahier 8 Aménagements cyclables en carrefours](#).

Moins il y a d'intersections sur les cyclostrades, mieux c'est. Les intersections (en particulier celles où les cyclistes n'ont pas la priorité) augmentent le temps de parcours et diminuent le confort des cyclistes lorsqu'ils doivent souvent ralentir et/ou s'arrêter.

Il est nécessaire d'en tenir compte dès la phase de planification afin de minimiser les conflits avec le trafic motorisé.

Dans de nombreux cas, le besoin d'intersections peut être fortement réduit en choisissant un bon itinéraire, par ex. le long d'une rivière, d'un canal, d'une voie ferrée ou d'une autre infrastructure linéaire. Naturellement, d'autres critères importants, comme le caractère direct ou la connectivité, doivent également être pris en compte.

Les intersections et les traversées seront aménagées de manière à garantir les performances de l'itinéraire cyclable à partir de quatre angles :

- La **sécurité** : les conflits avec les autres usagers de la route sont réduits au minimum ;
- La **continuité** physique : lisible et confortable de l'itinéraire ;
- La **vitesse** : avec un minimum de temps d'attente et de détours ;
- La **capacité** (traversées, zones d'attente, etc.) par rapport au flux de cyclistes.

Les tunnels ou passerelles peuvent offrir une très bonne sécurité et faire en sorte que ni le trafic motorisé ni les cyclistes ne doivent ralentir ou s'arrêter. Le contrôle social, les différences de hauteur supplémentaires ou les pentes à franchir peuvent être des arguments contre la construction d'une passerelle ou d'un tunnel, mais une bonne conception peut répondre à ces arguments si l'espace et le budget disponibles sont suffisants.

Parfois, les intersections peuvent également être supprimées. C'est l'une des applications possibles du «concept de perméabilité filtrée» : concentrer la circulation automobile sur une ou deux rues où il est possible d'établir des intersections sûres, et fermer un court tronçon d'une autre rue où la circulation automobile présenterait un risque de sécurité pour la cyclostrade.

En cas d'«intersections équivalentes», il n'est pas toujours possible ou économiquement faisable de les fermer. Dans ce cas, la traversée doit être aménagée de manière telle que la vitesse de la circulation motorisée soit adaptée à un niveau de sécurité de 30 km/h et que les cyclistes et les conducteurs de véhicules motorisés aient une vue claire de la traversée.

Des feux de signalisation peuvent améliorer la sécurité, mais généralement au détriment de la durée du trajet. Des mesures comme une «vague verte», l'information dynamique, etc. peuvent réduire le temps d'arrêt et d'attente, mais de manière générale, les carrefours réglés par des feux de signalisation doivent être considérés comme un dernier recours sur les cyclostrades.

Les solutions en matière d'intersections dépendent de la catégorisation des routes. De manière générale, on applique les principes suivants :

- Croisement avec une voirie primaire: croisement à plusieurs niveaux;
- Croisement avec une voirie secondaire: pas de priorité pour les cyclistes, croisement à plusieurs niveaux;
- Croisement avec une voirie locale: la cyclostrade a la priorité;
- Croisement avec une route non aménagée ou semi-aménagée: la cyclostrade a toujours la priorité.

Le schéma ci-dessous prend en considération la typologie du croisement par rapport à la catégorisation utilisée dans Good Move. Pour le croisement entre voiture et vélo, on obtient par ex. le tableau suivant :

	<i>Auto PLUS</i>	<i>Auto CONFORT</i>	<i>Auto QUARTIER</i>
<i>Vélo PLUS</i>	<i>Carrefour réglé par des feux de signalisation. Régler les conflits par des feux de signalisation ou un rond-point par ex. Évidemment d'autres critères jouent également un rôle comme la présence d'un tram, etc.</i>	<i>Le vélo est prioritaire, la vitesse de la voiture est réduite physiquement à 30 km/h, le carrefour est dégagé.</i>	<i>Le cycliste a la priorité. La vitesse de la voiture est réduite physiquement à 30 km/h, le carrefour est dégagé.</i>

Figure 45 – Catégorisation Good Move et typologie des carrefours.

4.6.1 Solution-type: carrefour «cyclostrade prioritaire»

La cyclostrade est réalisée en ocre et cette couleur ocre se poursuit à hauteur du croisement. Il est également important, pour le confort du cycliste, que le revêtement de la cyclostrade se poursuive sur le croisement et qu'aucune bordure (transversalement sur la cyclostrade) ne soit utilisée.

Avant le croisement, des îlots centraux sont prévus sur la cyclostrade et un panneau B15a «voie prioritaire» est placé sur la cyclostrade.

Sur la voirie locale, un aménagement surélevé (plateau de circulation) sera prévu au niveau du

carrefour avec des entrées et sorties sinusoïdales. Un panneau B3 ou B7 est placé sur la voirie locale à 150 m du carrefour, et un panneau B1 ou B5 à hauteur du carrefour. Avant l'aménagement surélevé, la vitesse sera réduite à 50 km/h (bien que cela soit plutôt exceptionnel en raison de la Ville 30). La vitesse sur le plateau de circulation est toujours limitée à 30 km/h.

Un panneau D7 est installé à l'entrée de la cyclostrade. Le logo et le numéro de la cyclostrade sont également mentionnés au croisement. Le logo et ce numéro doivent être clairement visibles tant pour les cyclistes sur la cyclostrade que pour le trafic motorisé sur la chaussée.

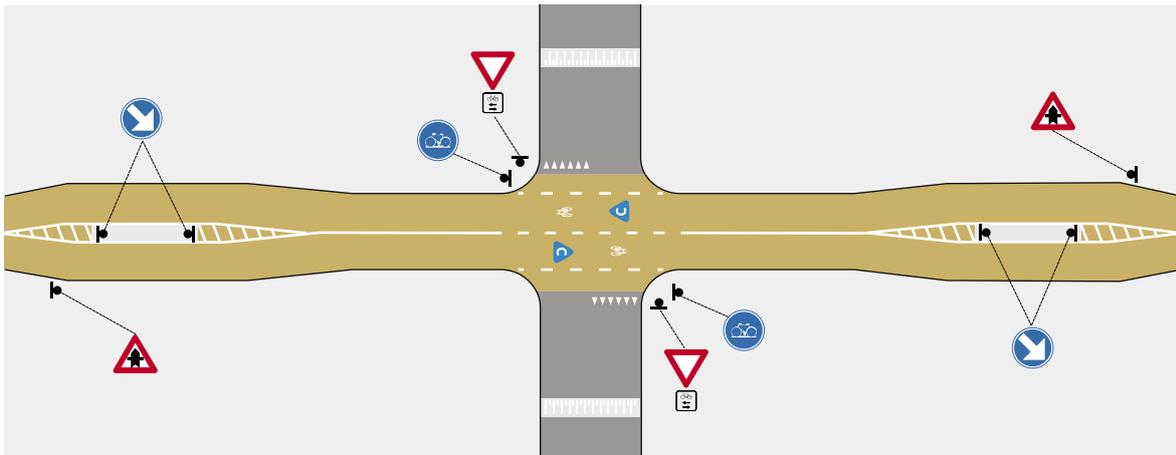


Figure 46 – Solution croisement cyclostrade prioritaire, avec panneau B1 sur la voie secondaire.

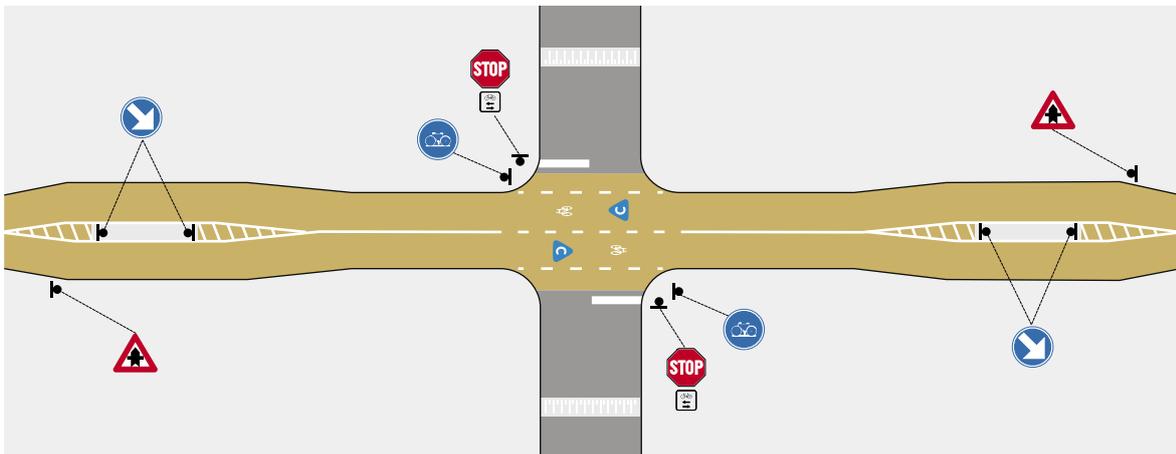


Figure 47 – Solution croisement cyclostrade prioritaire, avec panneau stop sur la voie secondaire.

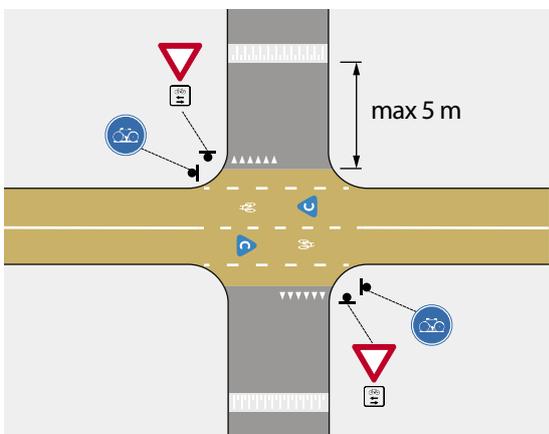


Figure 48 – Aménagement de base pour un croisement d'une cyclostrade prioritaire et d'une voirie locale.



Figure 49 – Croisement avec cyclostrade prioritaire, F1, Zemst. © Joris Van Damme

Un plateau combiné à un rétrécissement de la chaussée renforce l'idée que les véhicules qui traversent la cyclostrade doivent céder le passage.

4.6.2 Solution-type: carrefour «cyclostrade non prioritaire»

Bien que, dans la mesure du possible, les cyclistes circulant sur une cyclostrade devraient avoir la priorité, cela n'est pas possible partout. Lorsque les cyclistes doivent céder le passage à un croisement, les recommandations suivantes doivent être prises en compte.

La cyclostrade est parfaitement à niveau avec le revêtement de la voirie à traverser.

Avant le croisement, des îlots centraux sont prévus.

La circulation automobile est prévenue de la présence de cyclistes au moyen de panneaux F50 placés à 50 m du carrefour et sur le carrefour. Au carrefour, un panneau B1 est placé

pour les cyclistes, accompagné d'un marquage de triangles blancs. Un panneau D7 (ou F99) est placé à l'entrée de la cyclostrade. Le logo et le numéro de la cyclostrade sont également mentionnés au croisement. Le logo et ce numéro doivent être clairement visibles tant pour les cyclistes sur la cyclostrade que pour le trafic motorisé sur la chaussée.

La couleur ocre de la cyclostrade **ne s'étend pas** sur l'intersection, vu que les cyclistes ne sont pas prioritaires (ne pas utiliser de couleur rouge sur l'intersection non plus)!

Conclusion:

Si cycliste PRIORITAIRE:
couleur ocre maintenue sur la traversée

Si cycliste NON PRIORITAIRE:
couleur ocre NON maintenue

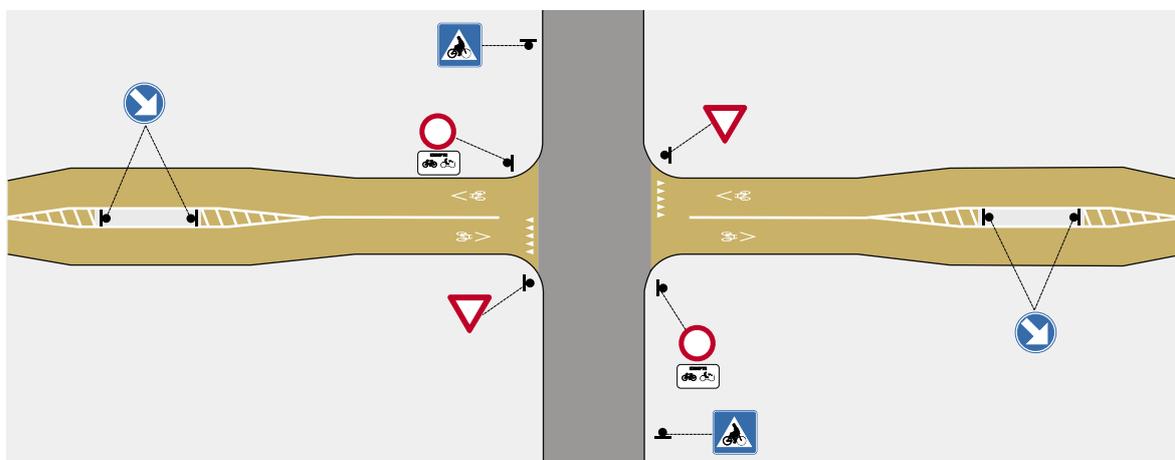


Figure 50 – Solution croisement cyclostrade non prioritaire, avec panneau B1 sur la cyclostrade.

4.6.3 Îlot central sur la cyclostrade

L'îlot central permet la séparation du trafic bidirectionnel sur la cyclostrade. La fonction de l'îlot central est double:

- D'une part, les cyclistes sont avertis de la présence d'une intersection ou d'autres usagers et, d'autre part,
- L'îlot central empêche l'accès à la cyclostrade aux voitures.

L'îlot central est donc utilisé en lieu et place de poteaux, de profils oméga, d'arceaux, de portiques...

L'îlot central est un compromis entre efficacité et confort du cycliste. Les passages font 1,6 m à 1,75 m de largeur de chaque côté. Pour cela, il peut être nécessaire de placer une barrière à hauteur de l'îlot central, sur chaque côté, afin d'empêcher les automobiles d'emprunter la cyclostrade. La distance de sécurité est localement limitée à 50 cm. Cependant, il y aura toujours assez de

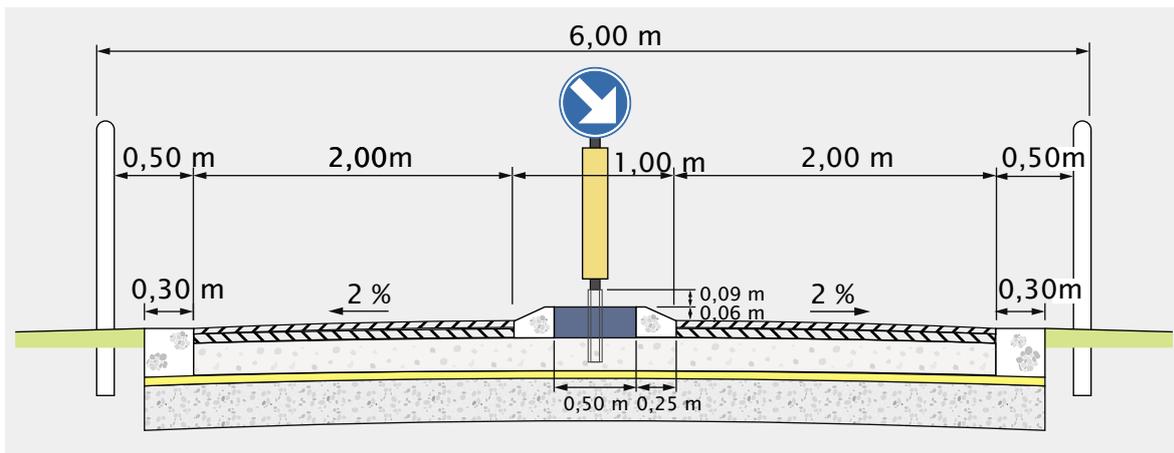


Figure 51 – L'îlot central sur la cyclostrade, à hauteur d'un croisement (source: Province de Flandre orientale).

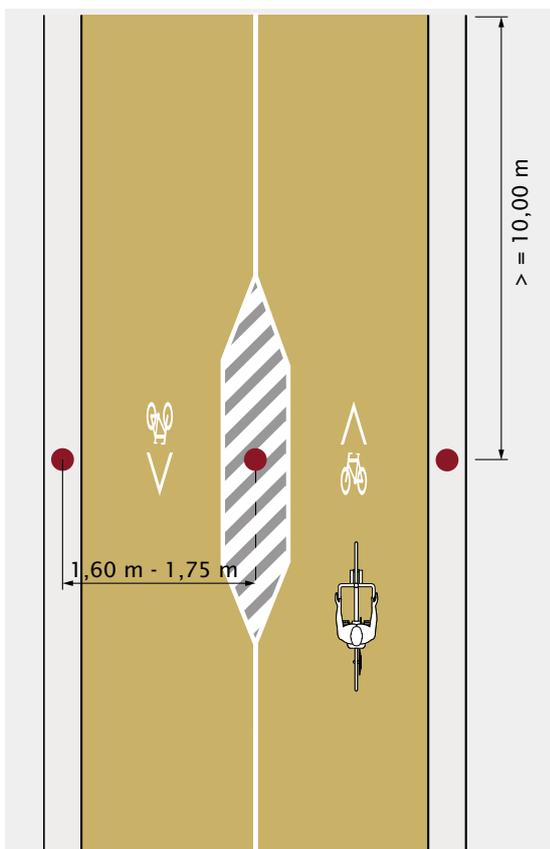


Figure 52 – Le positionnement d'un poteau sur un îlot central.

place pour que les services (d'urgence) puissent passer. L'îlot central est annoncé sur la cyclostrade au moyen d'un marquage en relief sur 15 m (= marquage strié). Le poteau central est réfléchissant et suffisamment haut, mais amovible et flexible (un poteau indulgent).

4.6.4 Carrefour réglé par des feux de signalisation

La solution idéale pour un carrefour est celle où les cyclistes circulant sur la cyclostrade sont prioritaires.

Dans les zones urbaines, il ne sera pas toujours possible d'aménager des croisements avec priorité aux vélos, ou d'opter pour des croisements à plusieurs niveaux.

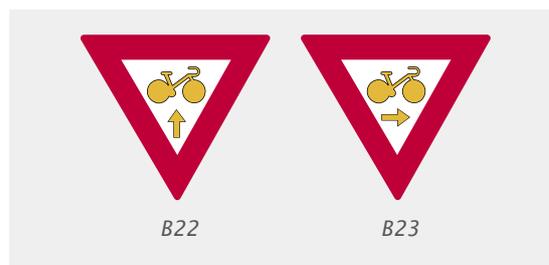
Pour réduire le nombre d'arrêts, il est préférable d'éviter autant que possible les carrefours réglés par des feux de signalisation sur les cyclostrades. Lorsque ce type de carrefour est la seule solution, les mesures suivantes peuvent être appliquées au niveau du croisement pour améliorer la rapidité du tracé, la sécurité et le confort des cyclistes :

- « Vague verte » pour les cyclistes: synchronisation des feux de signalisation successifs avec la vitesse des vélos, par ex. 20 km/h;
- *Avis de vitesse optimale pour feu vert*: signalisation supplémentaire entre les croisements visant à indiquer aux cyclistes s'ils doivent accélérer, ralentir ou maintenir leur vitesse actuelle pour atteindre le prochain croisement indiqué dans la phase verte;
- Système de détection des vélos (par ex. boucles de détection) qui active la phase verte du feu ou accélère le passage au vert pour réduire les temps d'attente;
- Informations dynamiques sur l'itinéraire le plus rapide: dans le cas où plusieurs options sont possibles pour atteindre la même destination, les informations dynamiques peuvent indiquer quel itinéraire présente le temps d'attente le plus court;

- Phase de vert avancée pour les vélos: le feu pour les vélos passe au vert avant (par ex. 4 secondes) celui pour les véhicules motorisés. Il est plus facile pour les conducteurs de voir les cyclistes au point de conflit lorsqu'ils se trouvent devant eux;
- Zone avancée pour cyclistes: les cyclistes se placent devant les voitures pendant le feu rouge et s'engagent donc les premiers sur le carrefour lorsque le feu passe au vert;
- «Feu vert intégral» pour cyclistes: toutes les directions cyclables passent au vert en même temps. Utile pour les carrefours où de nombreux cyclistes (> 10%) tournent à gauche. L'inconvénient est une augmentation (dans la plupart des cas) du temps de cycle des feux de signalisation;

- Permettre aux cyclistes de passer au feu rouge, à certains carrefours indiqués par des panneaux B22 et B23.

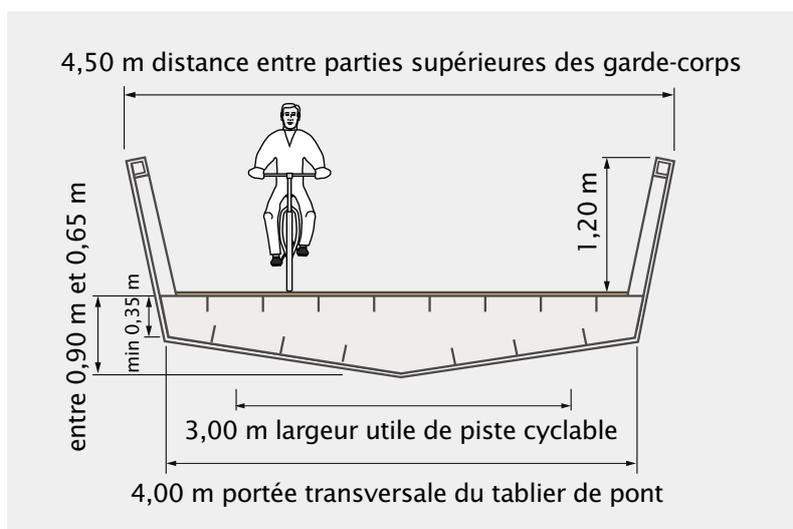
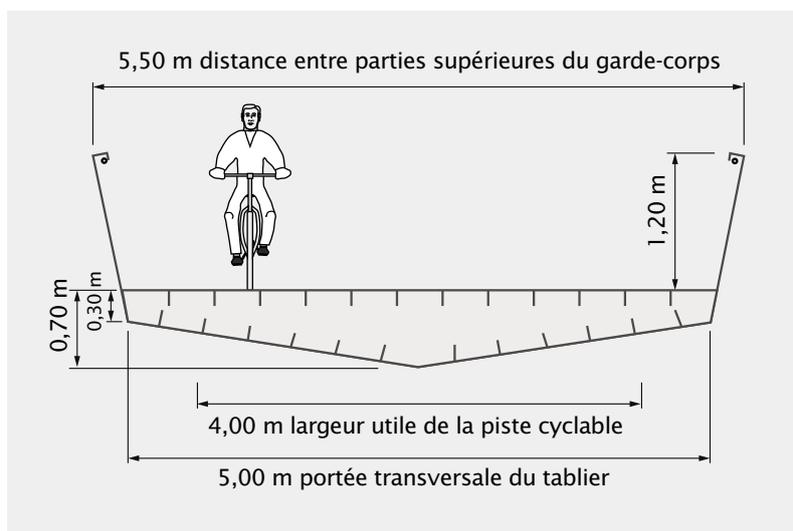
Les panneaux B22/B23 et le «feu vert intégral» ne s'appliquent qu'aux cyclistes et aux vélos de moins d'un mètre de large, donc pas aux speed pedelecs.



4.6.5 Croisements à différents niveaux

Aux carrefours très fréquentés et dangereux, un croisement à différents niveaux est recommandé. Il peut s'agir d'une passerelle ou d'un tunnel. Il est important que l'utilisation du croisement à différents niveaux n'entraîne pas un trop grand détour.

La pente doit être confortable afin que chaque cycliste puisse l'emprunter facilement. À ce sujet, voir le chapitre 4.5.2 Pentes.



Figures 53 et 54 – Profil type passerelle cyclable (source: Flandre orientale).

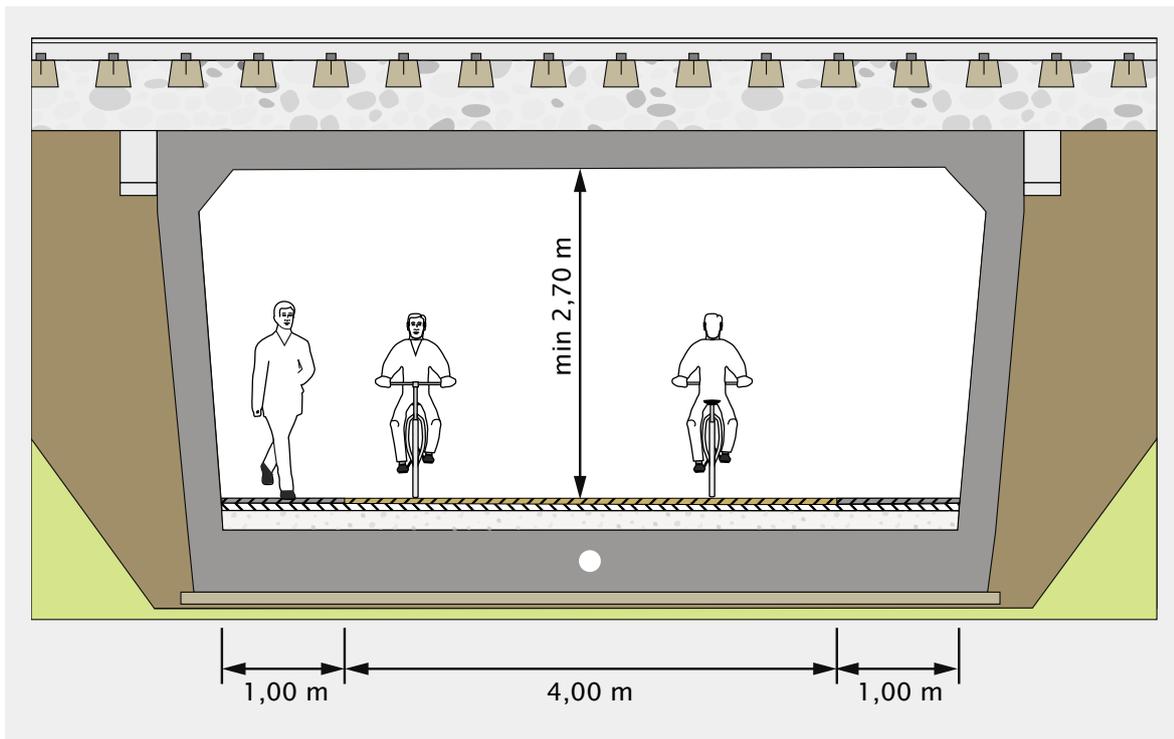


Figure 55 – Coupe type Tunnel cyclable (figure basée sur la source : Province de Flandre orientale).



Figure 56 – Exemples à Arnhem, Pays-Bas (© Projet CHIPS) et Bruxelles Pont Van Praet (voûte arrondie).
© Frederik Depoortere

4.6.5.1 Passerelle ou tunnel

Les passerelles cyclables peuvent être des points de repère spatiaux qui contribuent à la sensibilisation et à la promotion de l'itinéraire.

Les tunnels cyclables par contre :

- Ont généralement des différences de hauteur moins importantes à franchir que les passerelles parce que l'espace libre requis pour le trafic automobile ou ferroviaire (4,5 m et plus) est supérieur à celui nécessaire pour les vélos (2,75 m) ;

- Permettent aux cyclistes de tirer profit de la vitesse lors de la descente pour faciliter la montée ;
- Peuvent fournir un abri contre la pluie et le vent.

Toutefois, les tunnels cyclables sont souvent un sujet de préoccupation en termes de sécurité publique. Il convient donc d'accorder une attention particulière au contrôle social lors de la phase de conception, afin que les usagers aient le sentiment que le tunnel est un lieu sûr.

Aspect	Passerelle	Tunnel	Explication
Passer un dénivelé		+ +	Avec un tunnel, d'abord descendre puis monter. Avec un tunnel, le dénivelé est généralement moindre.
Contrôle social	+		Tunnel moins agréable : moins de vue d'ensemble, claustrophobique, parfois graffitis et groupes de gens, pas de lumière naturelle.
Intégration spatiale	+	+	Tunnel impacte moins la vue. Passerelle offre plus de possibilités pour la sensibilisation.
Confort		+ +	Moins de nuisances dues au vent. Risque de vertige avec une passerelle.
Coûts	+		Une passerelle est généralement moins chère.
Autre	+	+	Co-usage pour l'écopassage.

Figure 57 – Comparaison passerelle-tunnel (source : CROW Publication 340, Inspiratieboek snelle fietsroutes).

4.6.5.2 Points d'attention en cas de passerelle

Voici quelques points d'attention en cas de passerelle :

- Prévoir des pentes douces (voir chapitre 4.5.2 Pentes) ;
- Éviter les croisements où les cyclistes doivent céder le passage et éviter les virages serrés au bas des pentes qui mènent à la passerelle ;
- Veiller à ce que les cyclistes ne doivent pas freiner brusquement en descendant la passerelle (et entre 50 et 100 m après celle-ci) (= gaspillage d'énergie) ;

- Incliner les garde-corps de la passerelle vers l'extérieur et veiller à ce qu'il y ait le plus grand espace libre possible au niveau d'un guidon de vélo normal. Cela réduit le risque de collision et offre plus d'espace sans augmenter la largeur de la passerelle elle-même.

4.6.5.3 Points d'attention en cas de tunnel cyclable

Voici quelques points d'attention en cas de tunnel cyclable :

- Un tunnel cyclable ne doit pas être aussi profond qu'un tunnel pour les véhicules motorisés,

même s'il est placé à côté de ce tunnel. L'espace libre requis pour les vélos est généralement inférieur d'environ 2 m à celui de la circulation automobile. La pente peut donc être plus faible et/ou la pente d'approche plus courte;

- Il est important, notamment pour le contrôle social, que le cycliste dès son entrée dans le tunnel puisse en voir la fin. Il peut être nécessaire de surélever légèrement la route afin de réduire la profondeur du tunnel;
- Les tunnels cyclables sont préférablement rectilignes. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de coins sombres à l'abri des regards. Le cycliste doit pouvoir utiliser la vitesse qu'il crée en descendant pour sortir rapidement du tunnel;
- Les murs inclinés vers l'extérieur contribuent à créer une sensation d'espace;
- Des baies dans le toit du tunnel permettent à la lumière du jour de pénétrer dans le tunnel;
- Des courbes douces dans les éléments structuraux au lieu des traditionnels angles droits augmentent également le sentiment de sécurité.

4.6.6 Traversée parallèle aux voies de chemin de fer

En cas de cyclostrade parallèle aux voies de chemin de fer, un conflit peut survenir entre l'itinéraire cyclable (priorité à la piste parallèle aux voies ferrées) et la sécurité au passage à niveau (priorité à la circulation à partir du passage à niveau).

Il faut toujours éviter que les voitures doivent s'arrêter sur les voies pour céder le passage aux cyclistes. Infrabel doit toujours être impliqué dans la réalisation des cyclostrades le long des voies ferrées.

4.7 Marquages

Les marquages routiers jouent un rôle important dans la lisibilité et la sécurité des cyclostrades. Ils aident les cyclistes à suivre l'itinéraire, en particulier lorsque la visibilité est mauvaise (en cas de mauvais temps, la nuit, etc.) et améliorent la reconnaissance de l'infrastructure cyclable pour les autres utilisateurs. De plus, ils peuvent avertir de la présence d'obstacles. Voir aussi 4.5.5 Poteaux.

4.7.1 Marquages centraux (marquages axiaux)

Les marquages centraux sur les pistes cyclables bidirectionnelles aident les cyclistes à suivre l'itinéraire et indiquent clairement le tracé de la

cyclostrade. Ils servent également de démarcation entre les deux sens de circulation. Lorsque la visibilité est réduite, le marquage central diminue le risque de collisions frontales.

Aux intersections avec des chaussées, les marquages centraux constituent également une source d'information importante pour le trafic motorisé: ils indiquent clairement qu'il s'agit d'une piste cyclable bidirectionnelle et qu'il faut donc tenir compte de la présence de cyclistes venant des deux directions. Une ligne blanche continue est tracée avant et après le carrefour. Sur le carrefour, cette ligne blanche est discontinue.

Les marquages centraux pourraient également être utilisés comme un moyen de communication avec les cyclistes (comparable aux marquages centraux sur les chaussées), par ex. l'espacement entre les lignes discontinues peut être réduit et devenir une ligne blanche continue, aux endroits où une bonne visibilité ne peut pas être garantie ou lorsqu'il est nécessaire d'indiquer un point de conflit potentiel (par ex. aux carrefours).



Figure 58 – Marquage axial sur la cyclostrade F3 (Herent, Brabant flamand).

Pour les cyclostrades de 4 mètres de large où les piétons disposent d'une alternative à part entière et n'utiliseront en principe pas la cyclostrade, une ligne centrale est certainement recommandée.

4.7.2 Marquages latéraux

Les marquages latéraux (= marquages de bords qui contrastent clairement avec l'environnement) aident à reconnaître le bord de la cyclostrade. Ils sont particulièrement utiles la nuit et par mauvais temps. Lorsque la couleur du revêtement de la cyclostrade (couleur ocre) contraste déjà avec l'environnement, les marquages de bord sont moins nécessaires.

Lorsque la cyclostrade longe un mur ou est délimitée par une haute bordure, les marquages de bords peuvent être utilisés pour indiquer l'espace où les vélos peuvent circuler en toute sécurité sans risquer de heurter le mur ou la bordure avec leur guidon ou leur pédale. (Par défaut, une zone tampon d'un mètre doit être prévue de chaque côté de la cyclostrade. Voir également *le chapitre 4.4.3 Zones tampons*).

De même, si la cyclostrade est située juste à côté de la chaussée, les marquages peuvent créer une zone tampon (= création d'une infrastructure cyclable indulgente). Une bande intermédiaire dans un revêtement différent (couleur et/ou matériau différent) peut également créer une zone tampon entre la route et la piste cyclable.

Les marquages latéraux ne peuvent pas être comptés dans la largeur de la cyclostrade, ce qui signifie qu'entre les marquages latéraux, la cyclostrade doit avoir une largeur de 4 mètres.



Figure 59 – Marquages sur la cyclostrade (Anvers).
© Province d'Anvers

En résumé:

Les marquages logitudinaux:

- «Poussent» les cyclistes dans la bonne direction;
- Préviennent les accidents impliquant un cycliste seul;
- Servent «d'indicateur de tonte».

Il s'agit d'une mesure de sécurité routière bon marché.

4.8 Revêtement

Voir également à ce sujet [Cahier 5 Revêtements des aménagements cyclables](#).

4.8.1 L'asphalte comme revêtement standard

La qualité du revêtement influence la dépense d'énergie d'un cycliste. Comparés à un asphalte de bonne qualité, les pavés exigent des cyclistes 30 à 40% d'énergie en plus par kilomètre et les surfaces en gravier exigent même 50 à 100% d'énergie en plus.

Les surfaces irrégulières peuvent entraîner un risque d'accident (par ex. nid-de-poule).

Une mauvaise accroche (surface trop glissante) augmente le risque de manœuvres même simples comme freiner ou tourner.

Comme la plupart des vélos n'ont que deux roues et des pneus étroits, ils sont plus vulnérables à un mauvais revêtement que les voitures, par exemple. Une cyclostrade doit également être adaptée aux vélos rapides (vélos de course, speed pedelecs, etc.), qui nécessitent une surface de haute qualité.

Le choix se portera sur un revêtement monolithique. L'asphalte est la norme, en raison de ses bonnes propriétés de résistance au roulement et de sa facilité d'entretien. Sur la cyclostrade, l'asphalte sera de couleur ocre.

Une cyclostrade en asphalte est bordée de bandes de contrebutage en béton (par ex. des dalles gazon) d'une largeur de 30 cm qui servent de bandes de redressement. Ces bandes de contrebutage empêchent l'érosion des bords et limitent l'envahissement de la cyclostrade par la végétation.

Dans des circonstances exceptionnelles, par ex. dans les zones naturelles, le béton ou un autre revêtement adapté – monolithique – peut être utilisé. Les normes de planéité doivent toujours être respectées.

4.8.2 Revêtement en zone naturelle

Le type de revêtement peut être adapté à l'environnement comme par ex. dans les parcs et dans une zone classée: bandes de confort en béton d'une largeur minimale de 50 cm en combinaison avec des pavés, délimitées ou non par un stabilisé (empierrement) ou des revêtements en béton coloré délavé ou non en vue d'une intégration paysagère ou d'une réduction de la vitesse à l'approche des zones de conflit (carrefours). On préférera des revêtements en béton, car ils sont plus résistants aux eaux pluviales et nécessitent donc moins d'entretien. Quelques exemples ci-dessous.

Pour plus d'informations, nous vous renvoyons à: https://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/dossiers-ciment-2008/fr/15-Voies-Vertes-beton.pdf

Dans les zones naturelles, un revêtement en asphalte n'est pas toujours possible, les revête-

ments en béton ou empierrements, liés ou non (stabilisé) permettant une meilleure intégration dans l'environnement. Pour la fondation du stabilisé, il est préférable d'utiliser des pierres concassées non liées (perméable) 0/40 pour la stabilité. Le porphyre concassé (calibre 0/10 par exemple) est une bonne option pour la couche supérieure. Toutefois le béton à PH neutre et le béton perméable sont préférables.



Figure 61 – Porphyre concassé dans une zone naturelle. © Bruxelles Environnement



Figure 60 – Exemples de revêtements en zone naturelle: Gand, Schipperskaai (pavés + béton); Genk, Wintergroenstraat (stabilisé avec liant naturel); Rue de la Malaise, Ottignies (béton coloré délavé).

4.9 Charge sur les cyclostrades

Pour éviter les dommages dus à la surcharge, le revêtement des cyclostrades doit tenir compte de l'utilisation du «trafic le plus lourd», qui sera rarement le trafic cycliste. Les véhicules d'urgence, d'épandage, d'entretien du revêtement, des accotements et des espaces verts, doivent pouvoir emprunter la cyclostrade sans l'endommager. Il faut déterminer la classe de trafic présente et prévoir le revêtement en conséquence. Pour de plus amples informations, nous vous renvoyons au [cahier des charges type CCT2015 de la Région de Bruxelles-Capitale](#).

Outre la charge du trafic, la construction de la structure routière doit également tenir compte de la sensibilité au gel du sous-sol. Dans ce cadre, nous vous renvoyons au *Code de bonne pratique du CRR R49/83 «Code de bonne pratique pour le dimensionnement des chaussées à revêtement hydrocarboné», paragraphe 5 «dimensionnement contre les cycles de gel/dégel»*.



© Frederik Depoortere

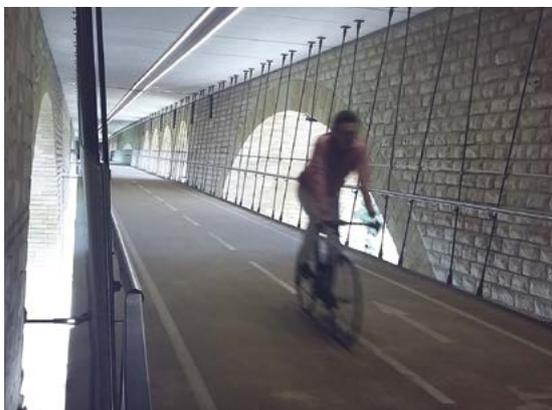


Figure 62 – Passerelles piétonnes et cyclables à Firenze et sous le pont Adolphe à Luxembourg-Ville.

Pour les passerelles piétonnes et cyclables, il faut également tenir compte de leur utilisation sporadique par des véhicules d'urgence. La structure de la passerelle piétonne et cyclable sous le pont Adolphe à Luxembourg-Ville, par exemple, est conçue pour supporter le poids d'une ambulance en cas d'intervention nécessaire.

4.10 Éclairage

Voir également [Cahier 6 Marquages et éclairage des aménagements cyclables](#) et le [Plan Lumière](#).

4.10.1 Éclairer ou non ?

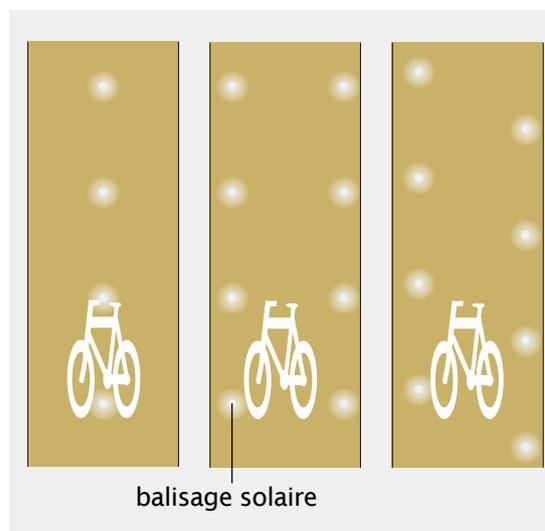
Généralement, un éclairage est prévu. Cet éclairage est important pour garantir une visibilité suffisante en automne et en hiver lorsque les écoliers et navetteurs empruntent la cyclostrade.

Entre minuit et 5h du matin, il est préférable d'éteindre l'éclairage. Toutefois, là où c'est nécessaire, on peut conserver un éclairage avec une intensité lumineuse standard, une couleur ambrée calibrée sans émission dans l'UV (voir plus bas). Un examen au cas par cas est recommandé, en fonction du nombre de cyclistes attendus pendant la nuit.

4.10.2 Emplacement

Le poteau d'éclairage doit être placé à minimum 80 cm du bord de piste cyclable.

La hauteur du poteau d'éclairage est de 4,50 m.



balisage solaire

Figure 63 – Localisation de la source de lumière.

Aux carrefours (avec circulation motorisée), il peut être judicieux de placer un éclairage d'accentuation supplémentaire ou de veiller à ce que les poteaux d'éclairage soient positionnés de manière à ce que l'intersection soit bien éclairée, le poteau d'éclairage ne devant pas constituer un obstacle.

Sur les cyclostrades longeant des voies ferrées, l'éclairage n'est pas placé du côté des voies, sauf exception et accord d'Infrabel. Lorsqu'un éclairage doit tout de même, à titre exceptionnel, être placé entre les voies et la piste cyclable, il faut alors tenir compte d'une distance de sécurité: la hauteur de la structure ne doit jamais être telle qu'elle pourrait se retrouver sur les voies en cas de chute. Lorsque la distance minimale de sécurité est de 4 mètres, on placera des poteaux d'éclairage de 4 mètres. Ceux-ci ne répondent pas aux exigences de hauteur d'éclairage des cyclostrades de 4,5 m (voir plus bas), mais peuvent être utilisés à titre exceptionnel.

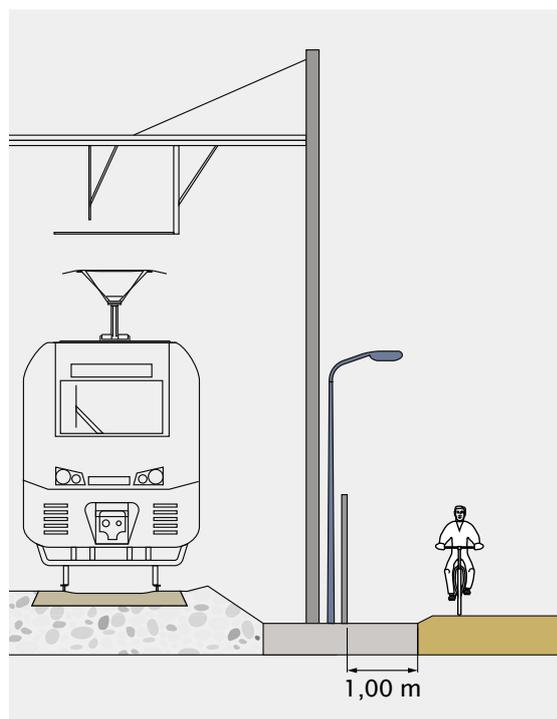


Figure 64 – Présentation schématique de la distance minimale de sécurité en cas d'éclairage entre la voie de chemin de fer et la piste cyclable.

4.10.3 Exigences en matière d'éclairage

Voir également [Cahier 6 Marquages et éclairage des aménagements cyclables](#).

L'éclairage des cyclostrades doit répondre à des exigences plus élevées que l'éclairage standard des pistes cyclables. Les exigences suivantes sont importantes :

Intensité lumineuse minimum	1 lux
Intensité lumineuse moyenne	10 lux
Uniformité longitudinale UI	min. 30%
Valeur d'éblouissement TI	max. 15%

Figure 65 – Exigences en matière d'éclairage sur les cyclostrades.

L'uniformité longitudinale et la valeur d'éblouissement sont importantes pour les cyclostrades où le trafic cycliste est important et rapide. Pour répondre à ces exigences de performance, la cyclostrade est éclairée de manière uniforme, sans éblouir les cyclistes. Une hauteur de point lumineux de 4,5 mètres est préférée.

Classes d'éclairage (S):

Les classes S sont destinées aux piétons et aux cyclistes sur les chemins piétonniers, les pistes cyclables, les voies de dépannage et autres parties de la voirie aménagées séparément ou le long de la chaussée, les rues résidentielles, les zones piétonnes, les parkings, les cours d'école, etc.

- Si nombreuses zones de conflit : classes CE4 ou inférieures ;
- Absence de zones de conflit : classes S2 ou inférieures.

Classe	Éclairage horizontal	
	Emoy en lux (minimal maintenu)	Emin en lux (maintenu)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	Performance non déterminée	Performance non déterminée

Pour assurer l'uniformité, la valeur réelle de l'éclairage moyen maintenu ne doit pas dépasser 1,5 x la valeur minimale Emoy de la classe considérée.

Figure 66 – Éclairage horizontal selon les classes d'éclairage.

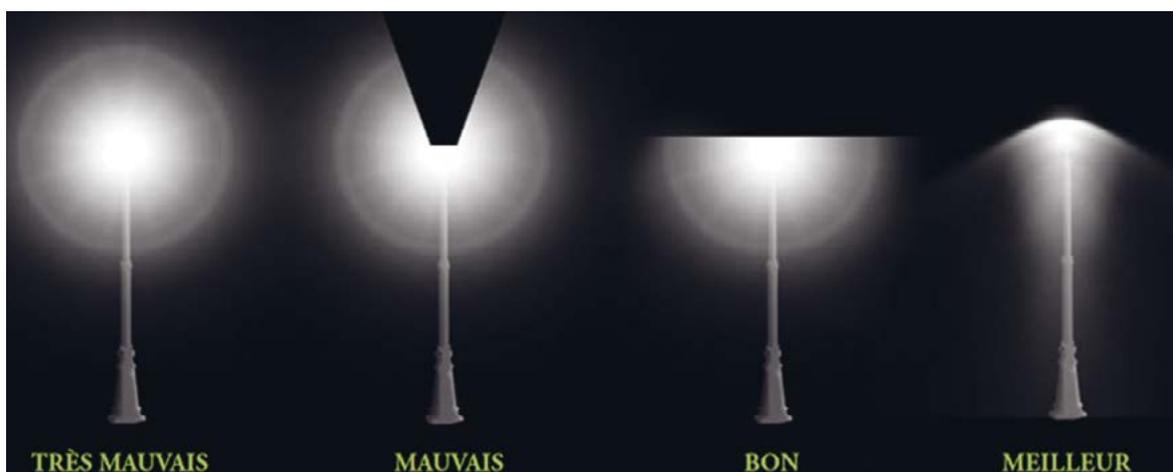


Figure 67 – Différents types d'armature et leur cône lumineux (source: Bruxelles Environnement).

4.10.4 Éclairage intelligent

Vu les fréquentations attendues sur les cyclostrades, l'éclairage intelligent n'y est pas utilisé en raison des avantages limités en consommation ainsi que les coûts élevés d'investissement et d'entretien.

4.10.5 Éclairage dans les tunnels

Les tunnels doivent laisser entrer autant de lumière du jour que possible. Pour ce faire, il est

possible par exemple de prévoir deux tunnels plus courts sous les voies de circulation, avec une ouverture au milieu, au lieu d'un long tunnel passant sous l'ensemble de la chaussée.

L'éclairage est recommandé pour renforcer le sentiment de sécurité.

La différence entre le niveau d'éclairage à l'intérieur et à l'extérieur du tunnel ne doit pas être trop importante; c'est pourquoi l'éclairage des abords du tunnel est adapté au niveau d'éclairage dans le tunnel.

4.10.6 Éclairage en zone naturelle

Dans les zones naturelles, une solution confortable qui ne perturbe pas la nature est recherchée en concertation avec les autorités compétentes.

Voir également le chapitre 4.11.1 *Éclairage ne perturbant pas la faune*.

4.11 Une attention aux équipements écologiques

Lors de l'aménagement des cyclostrades, il est nécessaire d'inclure des mesures écologiques compensatoires dans le cahier des charges. Chaque opportunité doit être saisie pour offrir une plus-value écologique, même dans les zones n'ayant pas une grande valeur biologique. Pour ce faire, il est possible de planter des haies, des plantations basses et des rangées d'arbres, d'aménager des wadis, d'empêcher l'accès aux bordures, de créer des biotopes sauvages, d'offrir

des espaces de repos et des abris. Tout cela doit permettre à minima de compenser l'occupation et l'imperméabilisation de la surface.

L'infrastructure cyclable doit être considérée comme un vecteur de valeur ajoutée écologique qui peut même augmenter l'attractivité de la cyclostrade.

Étant donné que ce cahier se concentre spécifiquement sur l'aménagement d'infrastructures cyclables le long des grands axes (principalement les voies ferrées) et que ces axes sont identifiés comme des liaisons vertes importantes (liaisons écologiques), il faut tenir compte de la faune et de la flore dès la conception, notamment pour les couloirs sous voies ou les aménagements de guidage.

L'importance de ces axes se reflète dans la carte des objectifs du réseau écologique bruxellois. Dans ce cahier, vous trouvez une série de points d'attention à prendre en compte lors de l'aménagement des nouvelles cyclostrades. Une bonne intégration de ces aspects peut être facilitée par l'inclusion d'un écologue dans l'équipe du projet.



Figure 68 – Le réseau écologique bruxellois (source: <https://environnement.brussels/thematiques/espaces-verts-et-biodiversite/la-gestion-ecologique/les-cartes-danalyse-nature>).

4.11.1 Éclairage ne perturbant pas la faune

La lumière artificielle a un impact important sur la faune. D'une part, comme source d'attraction pour les invertébrés et leurs prédateurs naturels qui sont vulnérables à proximité des infrastructures routières, et d'autre part, comme élément dissuasif pour de nombreuses espèces sensibles à la lumière, notamment les chauves-souris et autres mammifères nocturnes.

Les amphibiens sont attirés par l'éclairage des routes. Lors de la migration d'automne, il y a souvent des concentrations de crapauds près des poteaux d'éclairage, qui sont alors souvent la proie des hiboux ou des rats.

C'est pourquoi il convient d'éviter, dans la mesure du possible, tout éclairage artificiel supplémentaire. Les études montrent que les mammifères préfèrent les sources lumineuses de couleur ambrée à rouge chaude sans émission dans l'UV. Dans les zones riches en chauves-souris où l'éclairage est nécessaire, ce type d'éclairage est efficace pour éviter tout impact sur les itinéraires de vol et les zones de chasse de l'espèce.

Dans certains cas, la valeur naturelle de la zone traversée prime sur le confort de la cyclostrade. Quand le placement d'un éclairage n'est pas autorisé, on met en place des alternatives telles que des marquages longitudinaux réfléchissants, un éclairage d'accentuation aux croisements, etc. Il est possible d'opter pour une fermeture nocturne de la cyclostrade traversant cette zone naturelle lorsqu'aucun éclairage n'est prévu. Un itinéraire alternatif doit alors être proposé.

En ce qui concerne l'éclairage et les effets négatifs sur la faune, un avis thématique de l'INBO (Instituut voor Natuur- en Bos Onderzoek) met en avant les éléments de base suivants :

1. Évitez si possible l'éclairage ;
2. N'éclairez qu'une partie de la nuit ;
3. Limitez l'intensité de la lumière et évitez autant que possible la lumière diffuse ;
4. Utilisez un spectre de couleurs appropriées.

Source : <https://pureportal.inbo.be/portal/files/16414495/INBO.A.3707.pdf>

Consultez également la fiche de Bruxelles Environnement sur l'éclairage raisonné moins nuisible pour la faune : https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RT_Éclairage_raisonne_FR.pdf



Figure 69 – Éclairage ambré adapté aux chauves-souris.

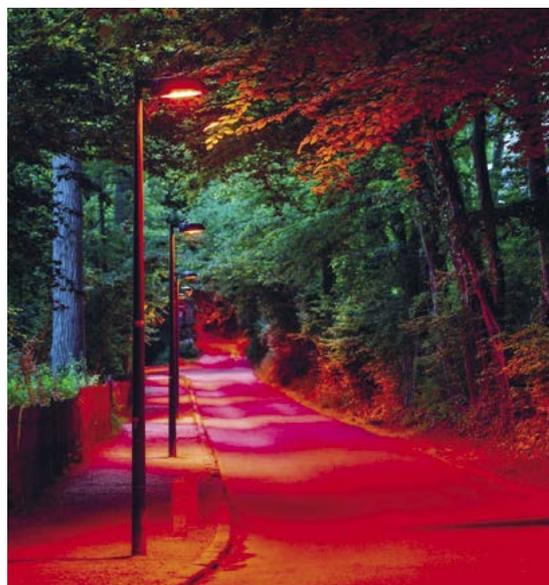


Figure 70 – Éclairage adapté aux chauves-souris près du Rouge-Cloître. © SIBELGA

Source : <https://www.greenportvenlo.nl/bereikbaarheid/greenport-bikeway>

4.11.2 Aménagements de passage pour la faune

Les barrières créées par l'aménagement de la cyclostrade peuvent être compensées par un passage écologique. Un écopont, écotunnel, écoduc, siphon avec utilisation partagée de la faune sont des possibilités.

De nombreuses espèces animales utilisent des tunnels sous l'infrastructure, mais elles ont des

exigences en matière de forme et de dimensions. Pour de nombreuses espèces, « plus le tunnel est long, plus il doit être large et haut ». Quelques exemples :



Figure 71 – Exemple d'un tunnel (pour les grands animaux) sous l'infrastructure. Ce tunnel a un puit de lumière au milieu. De cette manière, il fait moins sombre et le tunnel semble plus court. Par conséquent, malgré sa longueur, il convient aux chevreuils et aux sangliers.
© ProRail



Figure 72b – Exemple de tunnel (pour amphibiens et invertébrés) sous des infrastructures routières. F1, Zemst (Flandre). © CRR



Figure 72a – Le tunnel est équipé de puits de lumière et a un diamètre suffisamment large pour limiter l'entretien dans le temps dû à la sédimentation de la poussière et des matières organiques de l'environnement (source: wegenbouw.be).

4.1.1.3 Aménagements de guidage pour la faune

L'axe longitudinal d'une nouvelle infrastructure routière peut également fonctionner comme une connexion écologique grâce à son tracé. Les éléments typiques pouvant être intégrés à la construction sont les murs fabriqués avec des troncs et des branches, les wadis, les haies et les bords boisés, les rangées d'arbres, les prairies, les bandes rugueuses, etc.

Pour optimiser la valeur écologique de ces installations, il est important de respecter des conditions spécifiques d'aménagement et de gestion. Il est donc utile de faire établir une note d'aménagement et de gestion de ces éléments pendant la phase de préparation.

Les principes de gestion typiques sont: le fauchage extensif, la gestion cyclique et phasée des taillis et éventuellement le pâturage extensif.

Lors de l'aménagement d'une infrastructure verte, il est important de travailler avec du matériel végétal indigène, tant pour les plantes ligneuses que pour les plantes herbacées, et d'éviter l'utilisation d'engrais, y compris les sols enrichis ou les terreaux.



Figure 73 – Guidage de la faune.
© Maurice van Doorn



Figure 74 – Exemple d'un mur de branchages.

4.11.4 Clôtures favorables au passage de la faune

Les nouvelles infrastructures routières vont souvent de pair avec la construction de clôtures, en particulier le long des voies de chemin de fer et ce, pour des raisons de sécurité. Les clôtures sont par définition des barrières. Diverses adaptations permettent d'éviter l'impact sur la faune. Les exemples typiques sont les passages répétés ainsi que des lieux de repos et portillons pour la (petite) faune.

Vous trouverez de plus amples informations dans la fiche technique Clôtures favorables au passage de la faune (https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/RT_Clôtures_faune_FR.pdf) et les annexes de «Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur».

4.11.5 Aménagements pour la faune liés à des dangers potentiels

L'infrastructure routière secondaire engendre parfois des dangers potentiels pour la faune. Les caniveaux et avaloirs dans les zones riches en amphibiens et en reptiles en sont un exemple typique. De petites aides peuvent remédier à ce danger. Vous trouverez de plus amples informations dans un avis thématique du groupe de travail Hyla: <https://www.hylawerkgroep.be/static/files/0204/amfibieen%20in%20straatkolken.pdf>

5 - Infrastructure secondaire

Ce chapitre aborde brièvement les éléments susceptibles d'améliorer le confort du cycliste sur une cyclostrade. Les recommandations sur la façon d'augmenter l'attractivité (et la qualité visuelle) sont ici réduites aux recommandations liées à l'infrastructure, à savoir la conception de la cyclostrade et l'environnement direct le long de la cyclostrade.

5.1 Point de comptage vélos



Figure 75 – Exemple d'un point de comptage à Bruxelles.

Les points de comptage vélos fournissent des données en temps réel, ce qui constitue une contribution importante pour la politique cycliste.

La collecte de données de comptage aux croisements peut également fournir des infos très utiles, car elle permet de compter également les piétons et le trafic motorisé.

Afin de permettre une installation ultérieure de points de comptage vélos, certains poteaux d'éclairage peuvent déjà être équipés d'une prise électrique. Bien entendu, il faut prévoir l'espace nécessaire à l'installation des points de comptage vélos.

5.2 Poste de réparation vélos

Un poste de réparation de bicyclettes peut servir de marque pour une cyclostrade, il est donc préférable d'opter pour un design uniforme.



Figure 76 – Exemple d'un poste de réparation vélos le long de la F1 (Zemst).

5.3 Bancs

Un banc le long d'une cyclostrade offre la possibilité de se reposer lors d'une balade à vélo.

Quelques points d'attention :

- Choisissez soigneusement l'emplacement, par ex. au milieu d'un long trajet;
- Veillez à ce qu'il y ait quelque chose à apprécier, un beau coin de nature, une vue sur une ville, etc.;
- Veillez à ce que le banc mais aussi les personnes qui s'y asseyent ne soient pas un obstacle (par ex. possibilité de tendre ses jambes) sur la cyclostrade.

5.4 Point de repos pour les cyclistes

Un point de repos pour cyclistes bien équipé peut contenir les éléments précités, un poste de réparation vélos et un banc, mais aussi une table et une poubelle (pour éviter les déchets), un parking vélos, une fontaine à eau, etc.

C'est également un bon endroit pour donner des informations au cycliste, par ex. un affichage de l'itinéraire ou une carte.

Ces éléments nécessitent de l'espace pour ne pas constituer un obstacle sur la cyclostrade.

L'emplacement de la poubelle est important ; assurez-vous que les véhicules de service puissent l'atteindre facilement, sans avoir à emprunter un long chemin sur la cyclostrade, donc près de la chaussée/d'un croisement.



Figure 77 – Exemples de points de repos ('pleisterplaats'). © CRR et Frederik Depoortere

Vous trouverez également de plus amples informations sur les infrastructures secondaires dans le document [Fietssnelwegen en fietsostrades, een uniforme identiteit voor fietssnelwegen in Vlaanderen, Handboek en bouwstenen](#).

6 - Signalisation des cyclostrades

Étant donné que, dans la pratique, les cyclostrades sont une succession de différents types d'infrastructures cyclables (voir plus haut), il est important de s'assurer qu'une cyclostrade soit reconnue comme telle. Cela peut se faire en utilisant un revêtement routier de couleur ocre, des marquages routiers uniformes mais aussi une signalisation reconnaissable.

Les cyclostrades seront signalées par le lettre «F» en région flamande et la lettre «C» ailleurs, suivie du numéro de la cyclostrade qui reste inchangé d'une région à l'autre.

Dès la conception de la cyclostrade, il faut prévoir l'emplacement des colonnes d'information afin de réserver l'espace nécessaire.



Figure 78a – Exemple de signalisation de cyclostrade (C3) en Région bruxelloise.



Figure 78b – Exemple de signalisation sur des cyclostrades en Flandre orientale.

7- Gestion & entretien

7.1 Gestion générale

Par gestion générale, on entend :

- Les travaux d'entretien (à grande et petite échelle) de
 - l'infrastructure de la cyclostrade,
 - l'éclairage,
 - les câbles et conduites;
- Le nettoyage;
- La gestion écologique des accotements et des cyclostrades
 - la gestion du fauchage extensif,
 - la gestion phasée des taillis.

Voir également https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/vm-5-vademecum-revetements_fr_web.pdf *Revetements des aménagements cyclables, recommandations pour la conception, la mise en œuvre et l'entretien.*

7.2 Entretien périodiques

La fréquence des entretiens périodiques peut dépendre de la saison :

- **Été :**
Verdure en surplomb et désherbage.
Un bon choix de plantations et d'arbres peut déjà réduire considérablement l'entretien.
- **Automne :**
Lors de la chute des feuilles, une intervention rapide et fréquente est nécessaire.
Après les tempêtes, il est également nécessaire d'enlever les branches et les brindilles.
- **Hiver :**
Il faut procéder à l'épandage, à l'entretien hivernal et au déneigement de la cyclostrade.
Implications pour :
 - Sous-fondations et charge maximale (véhicules d'entretien). *Cf chapitre 4.9 Charges sur les cyclostrades.*
 - Largeur libre des cyclostrades : les véhicules d'entretien doivent pouvoir accéder à la cyclostrade (emplacement des poteaux et du mobilier. *Cf chapitre 4.5.5 Poteaux*).
 - Faune et flore : l'épandage de sel doit être évité dans les zones sensibles. La neige peut être déblayée par des camions-balais.

8- Bibliographie

Vademecums Vélo pour la Région de Bruxelles-Capitale, [Cahiers 1-8](#).

Inrichtingsprincipes Cyclostrades Oost-Vlaanderen, Provincie Oost-Vlaanderen, intern document, 24 pages.

Ministère de la Communauté flamande, 2012, Vademecum Fietsvoorzieningen, Brussel, BE: Ministère de la Communauté flamande.

<https://fietsberaad.be/wp-content/uploads/EINDRAPPORT-Fiets-in-Voorrang.pdf>, sept. 2017, 117 pages.

De optimale brug, Gebruiksvriendelijke, betaalbare, toekomstbestendige, passende & mooie infrastructuur, Adriaan Kok. Ipv Delft, creatieve ingenieurs, Utrecht, 13 octobre 2015.

Cycle Highway Manual, CHIPS project (Cycle Highways Innovation for smarter People transport and Spatial planning) <https://cyclehighways.eu/>

Ligne 28, Ligne 50, étude de faisabilité d'une connexion cyclo-piétonne bidirectionnelle le long de la ligne de chemin de fer 28 et d'un tronçon de la ligne 50. Il s'agit de la deuxième phase de l'étude L28/L50.

Inspiratieboek snelle fietsroutes, CROW, Publication 340, février 2014, 88 pages.

Design manual for bicycle traffic, CROW, Record 25, April 2006, 388 pages.

CEREMA, Fiche n°35, juin 2016, Réseau cyclable à haut niveau de service.

CERTU, Fiche n°26, février 2012, Piétons et cyclistes : quelle cohabitation dans l'espace public?

Dimensionering en classificatie van fietswegen, Stijn De Bruyn, Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van Master in de ingenieurswetenschappen: bouwkunde, Année académique 2012-2013, Université de Gand.

Kaderconventie betreffende de inrichting van groene verbindingen en fiets- en voetgangersvoorzieningen langsheen de sporen in het Brussels Hoofdstedelijke Gewest.

Een duurzame breedte voor fietsinfrastructuur, Advies Fietsberaad, 28 novembre 2018, 3 pages.

Fiets-GEN studie, eindrapport, 20 novembre 2012, Timenco, 62 pages + annexe.

Een duurzame breedte voor fietsinfrastructuur, Advies Fietsberaad, 28 novembre 2018, 3 pages.

Vademecum Natuurtechniek, inrichting en beheer van waterlopen, 1994.

Tabel Erik Caelen, mogelijke verkeersborden en de voor- en nadelen ervan bij de aanduiding van Cyclostrades.

<https://ipvdelft.nl/fietsellingen-deel-1-hellingspercentage/>
<https://perspective.brussels/fr/projets/territoire-du-canal/beeldkwaliteitsplan>

Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur, juni 2013, pjpo.

<https://ontsnippering.nl/ontsnippering/faunavoorzieningen/>

<https://www.radschnellwege.nrw/> → downloads

Welke plaats krijgt de speed pedelec op de openbare weg? Avis du 7 décembre 2016, Fietsberaad.

[Dutch Design Manual for Bridges.](#)

Vademecum Duurzaam ontwerpen van groene ruimten, Agentschap voor Natuur en Bos en Garant-Uitgevers nv, 2017, 475 pages.

De speed-pedelec in het Brussels Gewest, aanzet tot beleid en campagnes, juni 2019, Tridée en Pro Velo.

CROW publication 342, Ontwerpwijzer bruggen voor langzaam verkeer, 2014, 208 pages.

Koncept 2.0, Super Cykelstier, Septembre 2017, 51 pages.

Code de bonne pratique, Éclairage extérieur, partie 3, lieux spécifiques / publication 2016, IBE-BIV, 119 pages.

Masterplan fietssnelweg 35, regio Twente

https://www.fietssnelwegen.nl/Links/masterplan_fietssnelweg_f35.pdf

Fietssnelwegen en fietsostrades, een uniforme identiteit voor fietssnelwegen in Vlaanderen, [Handboek en bouwstenen](#), 2016, 93 pages.

Info fiches espaces verts – biodiversité, guide de référence de gestion écologique, recommandations techniques bâti et biodiversité, Bruxelles Environnement.

[Code de bonne pratique du CRR R96](#), Code de bonne pratique pour la mise en œuvre des revêtements bitumineux.

[Code de bonne pratique du CRR R88](#), Code de bonne pratique pour la protection des routes contre les effets de l'eau.

Code de bonne pratique du CRR R49/83, Code de bonne pratique pour le dimensionnement des chaussées à revêtement hydrocarboné.

Cahier rédigé par :
le Centre de recherches routières (CRR) –
Département Mobilité – Sécurité – Trafic



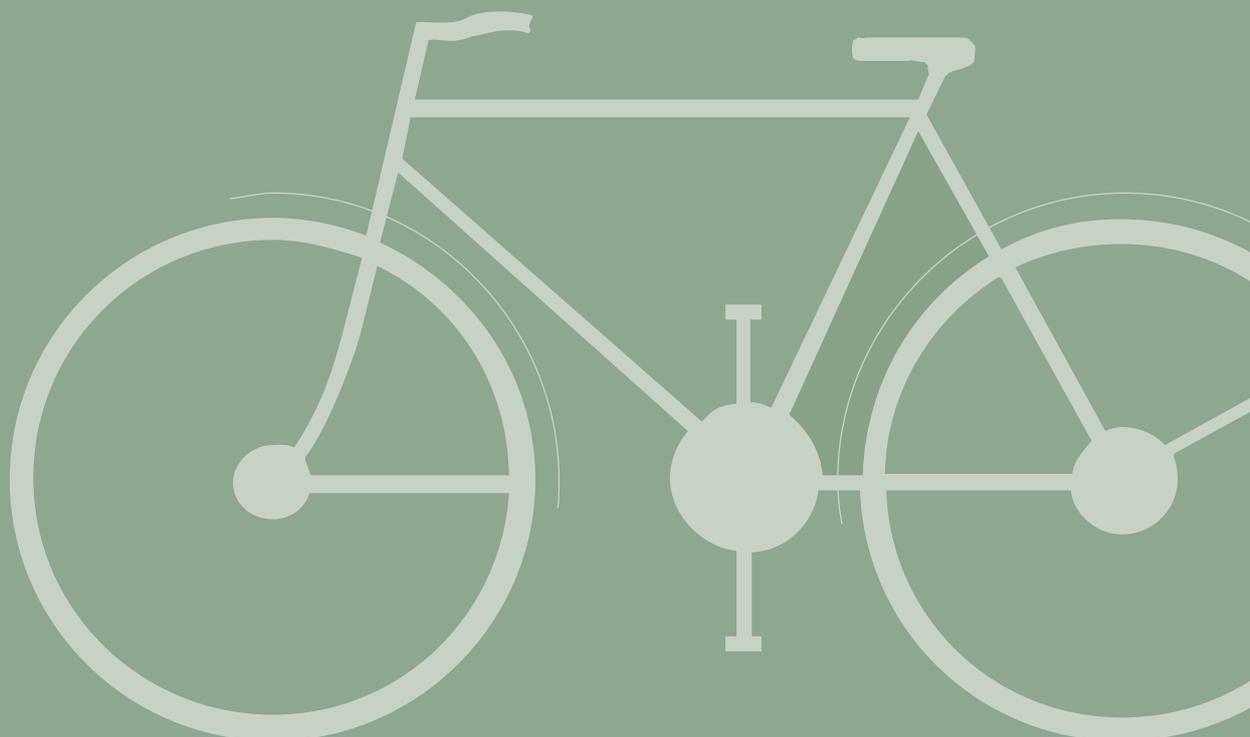
Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables

À la demande de :



BRUXELLES MOBILITÉ

SERVICE PUBLIC RÉGIONAL DE BRUXELLES



Une «cyclostrade» est une voie cyclable rapide et de haute qualité qui permet aux cyclistes de parcourir de plus longues distances. Le réseau de cyclostrades de Bruxelles est inclus dans le réseau «vélo PLUS», le principal réseau pour les vélos dans la capitale. En réalité, l'infrastructure de ce réseau peut prendre de nombreuses formes. Ce cahier se concentre sur les cyclostrades qui peuvent être aménagées le long des voies ferrées, des autoroutes ou du canal,



par exemple, en dehors du réseau routier habituel. Toutefois, le réseau des cyclostrades emprunte également les voiries existantes. Pour ce type d'infrastructure, nous renvoyons au vademecum sur les aménagements cyclables séparés, qui expose les normes de qualité et d'aménagement de ces infrastructures.

Dans le présent cahier, nous prêtons une attention particulière à la définition des cyclostrades, aux usagers des cyclostrades, aux directives de conception, à l'infrastructure secondaire, à la gestion et à l'entretien.



BRUXELLES MOBILITÉ
SERVICE PUBLIC RÉGIONAL DE BRUXELLES



Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables