



GUIDE

DES

AMÉNAGEMENTS

CYCLABLES

PARIS EN SELLE

GUIDE DES AMÉNAGEMENTS CYCLABLES

Remerciements

Ce guide a fait l'objet
d'un long processus de discussion
puis de relecture au sein
de Paris en Selle et au-delà.

Que les nombreuses personnes
qui ont participé à cette conception
soient ici chaleureusement
remerciées.

Rédaction

Simon Labouret et Rivo Vasta

Schémas

Rivo Vasta

Conception graphique et mise en page

François-Xavier Delarue

Le présent ouvrage est édité
sous license Creative Commons CC BY-NC-ND 2.0 FR



Les contenus restent la propriété de leurs auteurs respectifs.

Les schémas (illustrations non créditées) sont
sous license Creative Commons CC BY-NC-SA 2.0 FR



GUIDE

DES

AMÉNAGEMENTS

CYCLABLES

PARIS EN SELLE

Préface 6

SYNTHÈSE 9

**① DEUX PRINCIPES CLÉS :
SÉPARATION ET EFFICACITÉ** 10

**② RUES APAISÉES
SANS PISTES CYCLABLES** 10

TRÈS PEU DE VOITURES 10

CALMER LE TRAFIC MOTORISÉ 11

③ AXES AVEC PISTES CYCLABLES 12

SECTIONS COURANTES 12

INTERSECTIONS 14

**①
DEUX PRINCIPES CLÉS :
SÉPARATION
ET EFFICACITÉ** 19

La cohabitation sur la chaussée
limite l'usage du vélo 20

Adopter le principe de séparation 21

La séparation n'est rien
sans l'efficacité 22

Les modes de déplacement
sont en concurrence 23

La recette du succès :
apaisement et sites propres 25

Un réseau hiérarchisé qui invite
à faire du vélo 27

Pourquoi s'inspirer du modèle
néerlandais ? 29

**②
RUES APAISÉES SANS
PISTES CYCLABLES** 33

TRÈS PEU DE VOITURES 34

Le volume du trafic motorisé
comme critère déterminant 35

Un maximum de 2 000 véhicules
par jour 36

Un plan de circulation
qui hiérarchise le réseau viaire 37

Détourner le transit motorisé
des rues étroites 39

Faire accepter un nouveau
plan de circulation 41

Le cas des espaces mixtes
piétons-vélos 42

Et la vélorue ? 43

**LES MESURES ADDITIONNELLES
POUR CALMER LE TRAFIC
MOTORISÉ** 45

limiter la vitesse en ligne droite 46

Aménager les frontières de la zone
 apaisée et les intersections 48

Largeur de la chaussée
 et double-sens cyclable 51

Un complément et non un substitut
 à la réduction du trafic motorisé 55

AXES AVEC PISTES CYCLABLES

	57		
SECTIONS COURANTES	58	INTERSECTIONS	97
Éviter : bandes cyclables, voies bus, contre-allées	59	Cinq grands principes	98
Bande cyclable	59	Continuité de la piste	98
Voie bus	61	Régime de priorité explicite et conforme avec la priorité visuelle	99
Contre-allées	62	Visibilité réciproque	101
Dimensionnement de la piste	64	Ralentissement ou neutralisation du trafic motorisé en conflit avec les vélos	102
piste unidirectionnelle	65	Confort et efficacité du cheminement cyclable	103
piste bidirectionnelle	65	Intersections mineures	105
Implantation spatiale de la piste	67	Éviter : la piste interrompue par la chaussée	105
Unidir ou bidir ?	67	Piste continue avec trottoir traversant	106
À droite, à gauche, au milieu ?	69	La priorité visuelle sans trottoir traversant	108
La séparation piste-chaussée	70	Le plateau traversant	110
Normes pompiers	72	Intersections majeures	
Face aux contraintes, trier les solutions, faire des choix	75	conventionnelles	111
Implémentation :		Éviter : le carrefour nu avec sas vélo	111
comment réaliser la piste ?	79	Carrefour protégé	113
Un troisième domaine de voirie pour la piste	79	Giratoires et ronds-points	120
Une piste séparée du trottoir	84	Éviter : mini-giratoire, giratoire sans piste, grand giratoire	120
Une piste préservée des intrusions motorisées	85	Giratoires avec piste protégée	121
Une piste séparée du stationnement	87	Rendre les autres giratoires cyclables	127
Une piste continue et confortable	88	Des ronds-points adaptés aux vélos	130
La gestion des livraisons	91		
La question des coûts	93		
		CONCLUSION : CONSTRUIRE LA VILLE CYCLABLE	135
		Annexe : Table des dimensions	138
		Références	140
		Les auteurs	143

PRÉFACE

Le vélo est une solution incontournable à de nombreux enjeux : pollution, embouteillages, saturation des transports en commun, encombrement de l'espace public, santé publique, cadre de vie, pouvoir d'achat, dynamisme des commerces de proximité, etc. Sous l'impulsion de la société civile, d'élus et de techniciens convaincus, et dans le contexte du plan vélo national, de plus en plus de villes développent un réseau cyclable. Hélas, trop d'aménagements cyclables, même récents, ne sont ni sécurisants, ni efficaces. S'ils améliorent parfois le confort de ceux qui pédalent déjà, ils ne parviennent pas à rendre le vélo évident pour ceux qui ne pédalent pas encore.

De fait, les bonnes pratiques de l'urbanisme cyclable demeurent peu connues, à la fois des aménageurs, dont le métier est resté jusqu'à récemment tourné autour de l'organisation du trafic motorisé, mais aussi des cyclistes eux-mêmes. Conduire une voiture ne donne pas magiquement l'expertise de l'aménagement des routes ; il en va de même pour le vélo. La ville cyclable ne s'improvise pas : elle nécessite un véritable savoir-faire.

L'objectif de ce guide est d'apporter des réponses concrètes à une seule question, simple mais essentielle : comment aménager les rues dans une ville cyclable ?

Dans ce guide, les solutions s'inspirent des villes les plus cyclables, notamment aux Pays-Bas. Profiter de l'expérience de ces villes constitue le chemin le plus sûr pour réussir. Les problèmes récurrents en matière d'urbanisme cyclable y ont déjà reçu des solutions documentées, standardisées, écrémées. Bien sûr, tout n'est pas directement transposable, mais nous avons beaucoup à apprendre de ces modèles étrangers.

Certains pourront trouver les recommandations de ce guide trop ambitieuses. Adopter des pratiques inspirées des Pays-Bas ou du Danemark serait irréaliste pour des villes françaises qui ont un usage du vélo beaucoup plus faible. Il serait nécessaire d'avancer à « petits pas », via des étapes intermédiaires, moins satisfaisantes, le temps que la pratique augmente.

Mais c'est justement parce que nos villes se contentent d'approches minimales qu'il y a dix fois moins de vélos à Paris qu'à Amsterdam. Sans vision ambitieuse notre retard en matière d'urbanisme cyclable, déjà important, va se creuser. La Chine, pour rattraper et dépasser l'Europe, ne perd pas son temps à copier le Minitel ou le Concorde.

Concevoir des rues qui permettent de pédaler de façon sûre, intuitive et

confortable ne constitue pas un luxe. C'est la condition minimale pour faire du vélo un mode de déplacement attractif pour le plus grand nombre, et pas seulement pour la petite minorité qui circule déjà à vélo. On ne refait pas une rue pour le trafic actuel, mais pour celui que l'on veut voir dans 10 ans.

Une autre politique des « petits pas » est possible, en redessinant l'espace public progressivement mais toujours de façon ambitieuse, en prévoyant dès le début d'accueillir un trafic de vélos important, dans les meilleures conditions de confort et d'efficacité. Ne sous-estimons pas la vitesse du changement : il n'a fallu qu'une quinzaine d'années pour transformer nos villes en tuyaux à voitures. Il n'a pas fallu beaucoup plus aux villes cyclables qui nous entourent pour redonner au vélo la priorité.

Charles Maguin
Président de Paris en Selle



© LINA DIAMANT

SYNTHÈSE

1 DEUX PRINCIPES CLÉS : SÉPARATION ET EFFICACITÉ

Dans une ville cyclable, les vélos n'ont pas à négocier avec les voitures une place sur la chaussée. Ils disposent d'un réseau qui maximise la séparation entre les vélos et le trafic motorisé, avec :

- des rues apaisées à très faible trafic motorisé (80 % d'une ville en moyenne),
- des pistes cyclables (les 20 % restants).

Dans les deux cas, il s'agit de limiter les rencontres avec des véhicules motorisés afin d'optimiser la sécurité objective (risque d'accident) et subjective (ressenti des usagers), cette dernière étant cruciale pour augmenter la pratique. Pour une majorité des gens, faire du vélo n'est envisageable que si on leur garantit une expérience (quasi) sans voitures.

Ce réseau assure également au vélo d'être un mode de déplacement efficace pour relier un point A et un point B, par rapport aux autres modes, notamment la voiture.

La meilleure application de ces principes se trouve aux Pays-Bas, dont le manuel national d'aménagements cyclables a servi de référence principale à ce guide.

2 RUES APAISÉES SANS PISTES CYCLABLES

TRÈS PEU DE VOITURES

L'essentiel de la voirie d'une ville cyclable n'a pas vocation à accueillir des pistes cyclables. Un vélo peut cohabiter avec des voitures s'il emprunte des rues où celles-ci sont très peu nombreuses, avec au maximum 2 000 véhicules par jour (200 à l'heure de pointe).

Apaiser une ville ou un quartier implique de revoir le plan de circulation en distinguant :

- les axes de transit, capacitaires pour l'ensemble des modes de déplacements (ce qui inclut des pistes cyclables) ;
- les axes de desserte, réservés au trafic motorisé local et suffisamment apaisés pour une mixité des modes de déplacement.

Une rue trop étroite pour des pistes cyclables est une rue qui doit être vidée de son excédent de trafic motorisé.

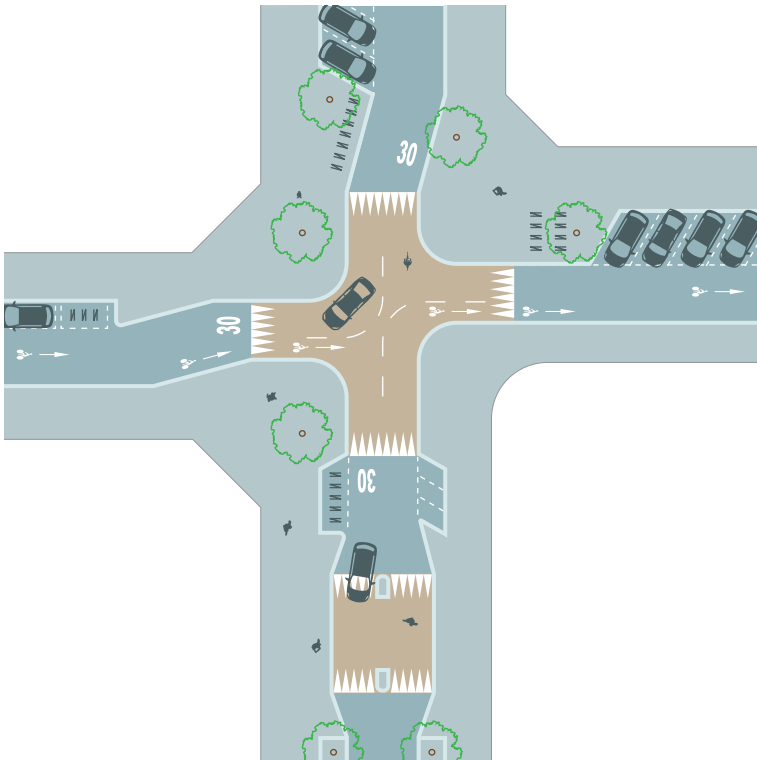
Une vélorue correspond à une rue qui accueille un trafic vélo de transit et du trafic motorisé uniquement local, avec un ratio minimal de deux vélos pour une voiture. La vélorue dispose de la priorité aux intersections avec d'autres rues locales.

CALMER LE TRAFIC MOTORISÉ

Les intersections entre rues apaisées sont idéalement traitées en plateau surélevé. Les rayons de giration doivent forcer les véhicules motorisés à tourner à faible vitesse. La priorité à droite ou le cédez-le-passage y sont la règle. Les feux ou les stops n'y ont pas leur place.

Pour les rues à double sens de circulation, on privilégiera une largeur réduite (5,50 m) qui contraint les voitures à réduire leur vitesse pour se croiser. À l'inverse, les rues à sens unique méritent d'être larges pour rendre le double-sens cyclable confortable et aisé (au moins 4,00 m). Toutes les rues, quelle que soit la largeur de la chaussée, doivent être à double sens cyclable.

Des aménagements pour abaisser la vitesse sont un complément, mais pas un substitut, à une réduction du trafic motorisé : quand les voitures sont nombreuses, elles prennent possession de l'espace, quelle que soit leur vitesse.



3 AXES AVEC PISTES CYCLABLES

SECTIONS COURANTES

Des pistes cyclables sont nécessaires dès que le trafic motorisé est important (plus de 2 000 véhicules/jour).

Les bandes cyclables (marquage, sans séparation physique) et les voies bus partagées sont à éviter. Elles ne sont pas assez sécurisantes et sont difficiles à faire respecter (stationnement sauvage, scooters...). Une bande cyclable fait 2,10 m ou plus de large (marquage inclus), et jamais moins de 1,80 m, pour ne pas légitimer les dépassements rasants. Une surlargeur de 70 cm doit être ajoutée en présence de stationnement.

L'implantation d'une piste cyclable essaye de concilier trois objectifs :

- 1 Assurer un itinéraire cyclable lisible, efficace et confortable.
- 2 Éloigner au maximum les vélos du trafic motorisé, pour limiter l'exposition à ses nuisances (insécurité, bruit, pollution) et réduire les risques d'envahissement de la piste.

- 3 Préserver un trottoir confortable (sinon les piétons sont tentés de marcher sur la piste).

Une piste de chaque côté de la chaussée est préférable à une piste bidirectionnelle d'un seul côté pour des raisons d'accidentologie et de connectivité au reste du réseau. Les contraintes d'espace peuvent toutefois amener à privilégier une piste bidirectionnelle, qui prend moins de place. Dans tous les cas, la continuité du réseau doit être la priorité pour éviter les changements de côté.

Une piste unidirectionnelle fait 2,20 m ou plus de large, et au grand minimum 2,00 m, pour permettre à un vélo rapide de doubler un vélo plus lent. Une piste bidirectionnelle peut se contenter de 4,00 m, avec un strict minimum de 3,00 m.

La piste cyclable est située entre le trottoir et la bande fonctionnelle qui accueille du stationnement, des livraisons, des refuges piétons ou des quais bus. Idéalement, les alignements d'arbres sont situés sur cette bande entre la piste et la chaussée. Dans tous les cas, la plantation des arbres ne doit pas condamner une répartition idéale de l'espace lors d'un réaménagement ultérieur. Enfin le positionnement de la piste doit prendre en compte l'accessibilité pompiers, qui peut imposer une voie échelle de 4 m à moins de 8 m des façades.

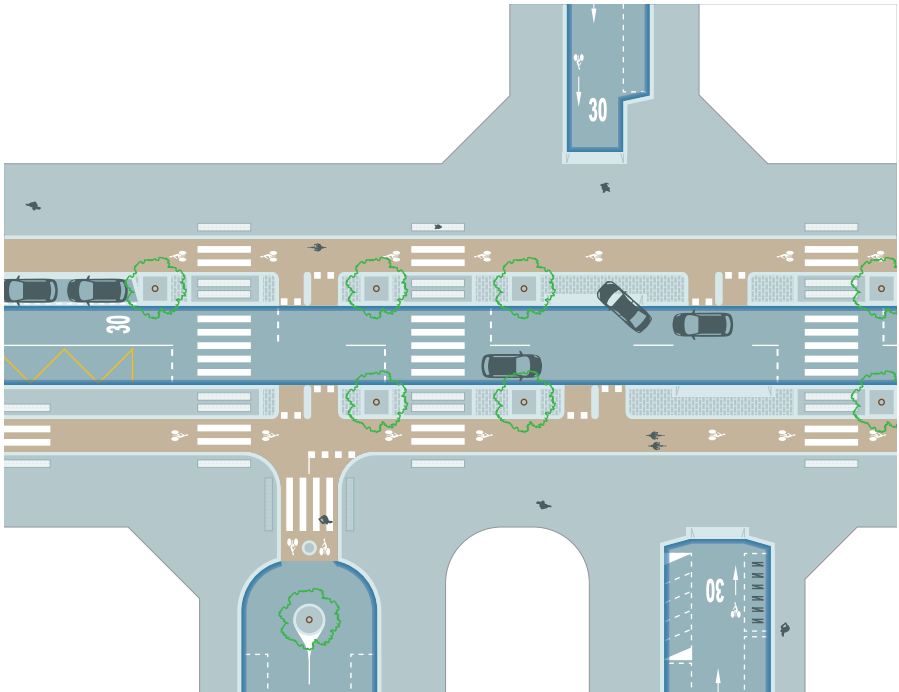
La séparation entre la piste et la chaussée dessine un espace tampon le plus large possible pour assurer un sentiment de sécurité, limiter l'exposition à la pollution, et protéger la piste de toute intrusion. En cas de profil contraint, il est possible de réduire cette séparation à une bordure d'au minimum 20 cm de large,

voire d'implémenter la piste à mi-niveau entre la chaussée et le trottoir. Une différence de hauteur côté chaussée de 15 à 20 cm permet de limiter le risque de stationnement sauvage sur la piste. En cas de stationnement latéral, un espace tampon de 50 cm minimum, idéalement au même niveau que la piste, est nécessaire pour limiter le risque d'emportiéage.

La piste est conçue et réalisée comme un troisième espace de voirie distinct de la chaussée et du trottoir, qui ne croise ni fil d'eau (caniveau), ni bordure du trottoir. Une différence de niveau entre la piste et le trottoir est indispensable : au moins 5 cm et jusqu'à 10 cm en cas de pression piétonne importante ou de trottoir étroit. La

bordure du trottoir est chanfreinée (avec un biseau) à 1/2 (pente de 50 %, soit environ 30°) pour éviter tout risque de chute à vélo et maximiser la largeur roulable de la piste.

Le revêtement de la piste ne doit pas être plus accueillant pour les piétons que le revêtement du trottoir. Le caniveau est du même tenant que la piste ; s'il s'en distingue, sa largeur est réduite au minimum et déduite de la largeur totale de la piste. Le cheminement cyclable évite tout ressaut et permet des girations douces : de 10 à 20 m de rayon, et jamais moins de 5 m, sauf pour changer de direction (3 m minimum, idéalement 5 m). Les pistes cyclables ne doivent pas être tracées à la règle.



INTERSECTIONS

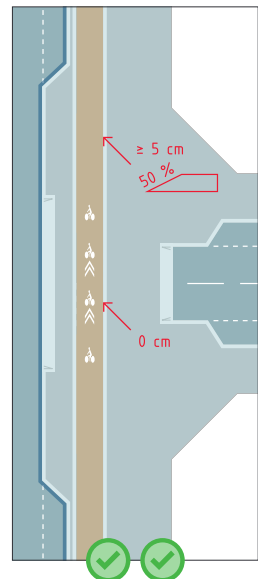
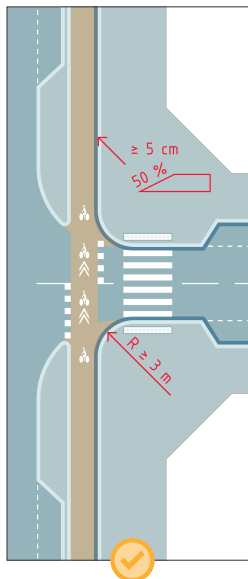
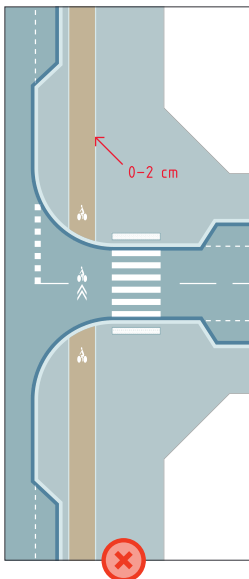
Les intersections avec pistes doivent poursuivre cinq objectifs :

- ❶ la continuité de la piste dans l'intersection pour la rendre visible de tous les usagers ;
- ❷ l'explicitation du régime de priorité (pas de priorité à droite) en conformité avec la priorité visuelle définie par le design de l'aménagement ;
- ❸ la visibilité réciproque, avec l'absence de masque et des croisements le plus possible à angle droit pour éviter le piège de l'angle mort ;

- ❹ le ralentissement ou la neutralisation du trafic motorisé en conflit avec les vélos ;
- ❺ le confort et l'efficacité, avec des girations douces et une minimisation des temps d'arrêt.

Une intersection entre un axe principal (avec pistes) et une rue locale (sans pistes) privilégie le trottoir traversant avec une piste cyclable continue qui bénéficie d'une priorité visuelle évidente. À défaut, la piste ne doit pas s'effacer devant la chaussée ni être interrompue visuellement par des bordures de trottoir. Les girations vers et depuis la rue locale sont à prendre en compte. Un simple plateau traversant est insuffisant.

Une intersection entre deux axes principaux (chacun avec des pistes) évite impérativement le carrefour nu, uniquement géré en amont par un sas vélo, avec la transformation de la piste

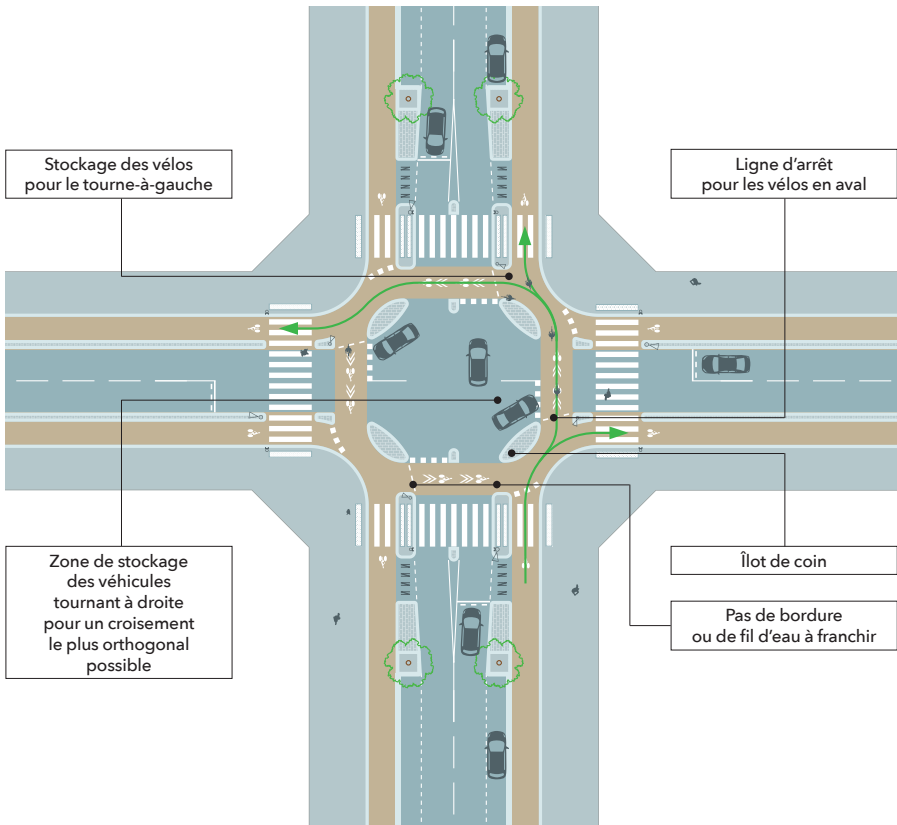


en bande. Les principes du carrefour protégé à la néerlandaise lui sont préférés, avec :

- un tourne-à-droite sécurisé par un îlot de coin ;
- un va-tout-droit avec un espace d'attente au plus près de la chaussée à traverser, après le passage piéton perpendiculaire (et non avant) et en aval de la ligne d'arrêt du trafic motorisé (pour donner de la visibilité aux vélos et un temps d'avance) ;
- un tourne-à-gauche en deux temps, lisible, sécurisé et intuitif (espace de stockage à gauche).

L'itinéraire vélo s'éloigne de la circulation motorisée pour longer le passage piéton parallèle plutôt que la circulation à l'intérieur du carrefour. Un itinéraire vélo en ligne droite qui longe la circulation motorisée est à éviter car il positionne les vélos dans l'angle mort des véhicules tournants et rend difficile le tourne-à-gauche.

En cas de gestion par feux (pertinente si plus de 10 000 véhicules/jour), l'idéal est d'avoir plusieurs phases pour éviter les conflits entre les vélos qui vont tout droit et les véhicules tournant, tout en minimisant l'attente pour tourner à gauche en deux temps.



Le giratoire avec une seule file motorisée et une piste cyclable protégée permet de se passer de feu jusqu'à 25 000 véhicules/jour. La protection de la piste est assurée par un espace tampon d'au moins 5 m entre l'anneau motorisé et la piste, offrant un espace de stockage pour les véhicules motorisés sur chaque branche et limitant le risque d'angle mort. Pour les vélos, cet aménagement est préférable à un carrefour conventionnel (plus de sécurité et moins d'attente), si l'espace le permet (rayon total de 19,5 m minimum nécessaire).

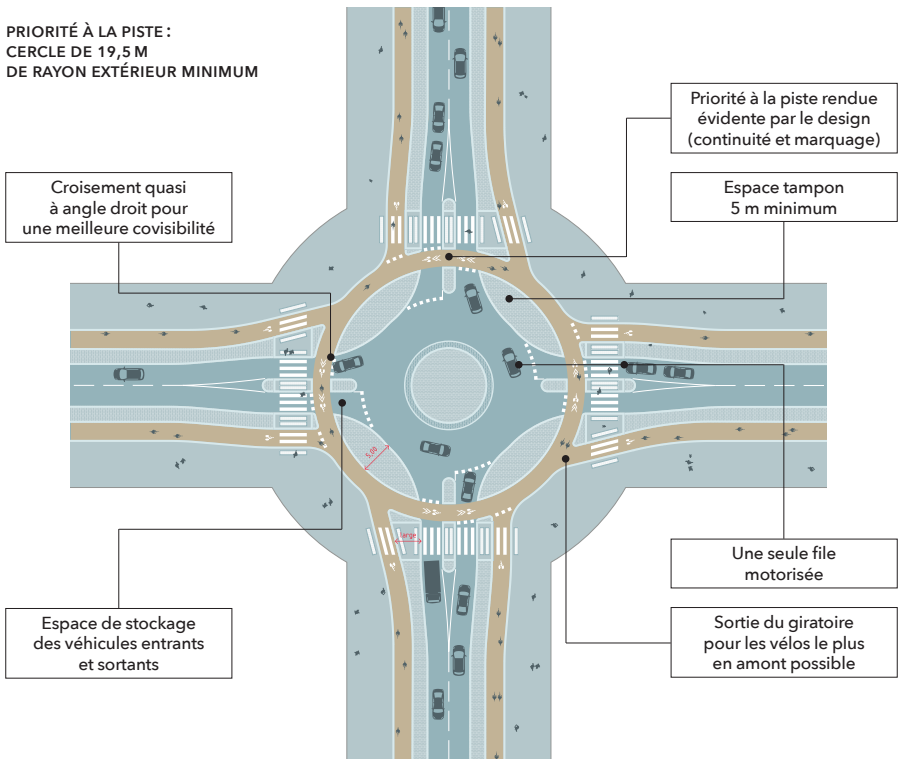
En milieu urbain, la piste est circulaire, unidirectionnelle, et a la priorité (comme pour les piétons), ce qui facilite le franchissement à vélo.

Un anneau bidirectionnel avec priorité est moins sûr. Il peut néanmoins être utile, moyennant des mesures additionnelles (signalisation renforcée, passage en plateaux, îlots refuges).

Priver la piste de la priorité améliore la sécurité mais au détriment du confort et de l'efficacité, ce qui amène à réserver ce régime à des zones peu denses, avec des vitesses motorisés plus élevées mais un trafic moindre. Sans priorité, la stricte orthogonalité des croisements est indispensable, de même que des refuges pour passer en deux temps.

Les mini-giratoires (moins de 12 m de rayon) sont à éviter : leur géométrie

PRIORITÉ À LA PISTE :
CERCLE DE 19,5 M
DE RAYON EXTÉRIEUR MINIMUM

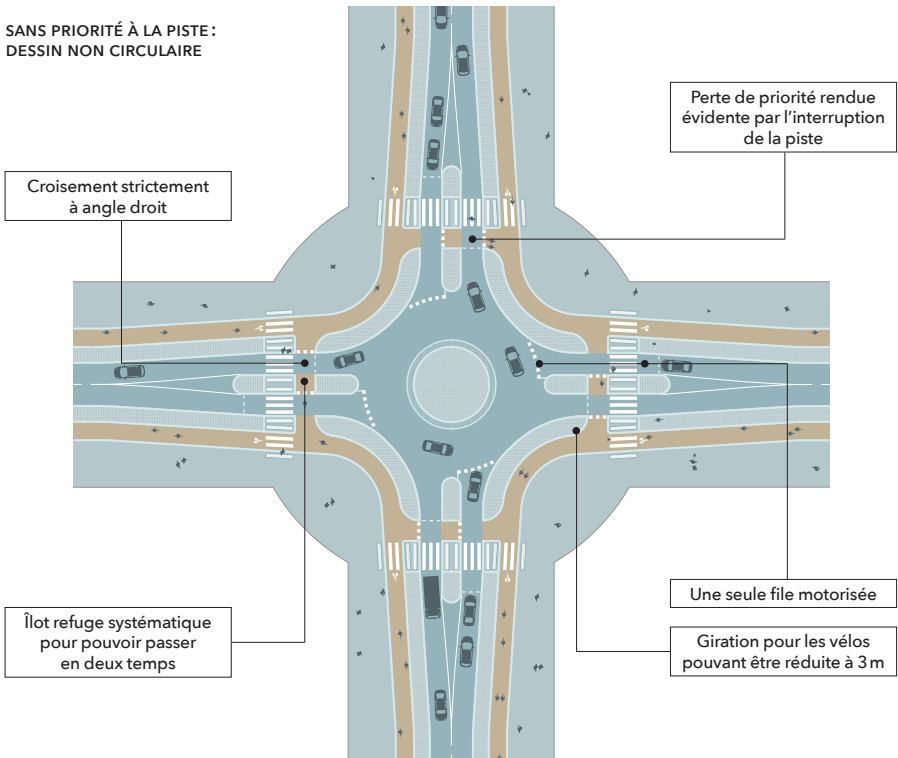


ralentit très peu le trafic motorisé et favorise les refus de priorité aux vélos. Les petits giratoires sans piste protégée ne sont acceptables que si le trafic motorisé est réduit (pas plus de 6 000 véhicules par jour). Essayer d'abaisser la vitesse ne suffit pas. Tracer une bande cyclable ou réduire l'espace tampon de la piste est accidentogène, en rendant les vélos moins visibles et moins prévisibles.

Les grands giratoires avec plusieurs files motorisées doivent disposer d'un cheminement dénivelé pour les vélos ou être réduits à une seule file avec piste protégée. Une autre solution est de les transformer en ronds-points, avec des feux pour les entrées et sorties afin de

sécuriser la piste cyclable. Si nécessaire, il convient de réduire la taille de ces ronds-points, leur nombre de branches, voire de couper la circulation d'un côté.

SANS PRIORITÉ À LA PISTE :
DESSIN NON CIRCULAIRE





DEUX PRINCIPES CLÉS : SÉPARATION ET EFFICACITÉ

Pour séduire le plus grand nombre,
le vélo doit permettre de se déplacer efficacement
de A à B sans avoir à subir
la pression du trafic motorisé.

LA COHABITATION SUR LA CHAUSSÉE LIMITE L'USAGE DU VÉLO

Beaucoup d'aménagements en France appliquent un principe de cohabitation. Selon cette approche, la place des vélos est sur la chaussée, avec le trafic motorisé, moyennant une modération de la vitesse (zone 30, zone de rencontre) ou du marquage au sol (pictogrammes, bandes cyclables, sas vélo, voies bus).

Cette approche a l'avantage d'être simple et peu coûteuse : elle permet de multiplier les aménagements cyclables sans avoir à repenser l'espace public, la fonction des rues ou la place de la voiture. Malheureusement, elle limite la pratique du vélo, car elle ne répond pas aux attentes d'une majorité de la population.

Plusieurs études aux États-Unis ont mis en évidence l'existence de quatre types de publics avec des attentes différentes vis-à-vis du vélo :

- les « intrépides », qui font du vélo quelles que soient les conditions de circulation,
- les « enthousiastes », qui font du vélo dès que les conditions s'améliorent un peu,
- les « intéressés mais inquiets », qui apprécient le vélo mais n'en font que s'ils sont pleinement rassurés,

- les « réfractaires », qui n'envisagent pas de faire du vélo (pour l'instant).

Les « intrépides » et les « enthousiastes » constituent partout une minorité. En revanche, avec l'addition des « intéressés mais inquiets », la population qui fait du vélo, qui pourrait en faire plus ou qui n'exclut pas d'en faire, correspond à une très large majorité, même dans une ville nord-américaine comme Portland.

L'enjeu est d'accroître la pratique des « enthousiastes » et surtout de séduire la majorité « intéressée mais inquiète ». Le frein à lever ici n'est pas tant l'insécurité réelle que l'insécurité ressentie, avec des aménagements qui doivent optimiser la sécurité subjective et pas seulement la sécurité objective. Faire du vélo ne doit être stressant ou anxiogène pour personne. Pour remplir cet objectif, l'approche de la cohabitation est inadaptée, car elle ne permet pas de limiter fortement les interactions avec le trafic motorisé, qui sont la source principale du sentiment d'insécurité.

4 TYPES DE PUBLICS

PORTLAND (ÉTATS-UNIS, 2011). SOURCE : DILL ET MCNEIL (2013)

● intrépides ● enthousiastes ● intéressés mais inquiets ● réfractaires

6 % 9 %

60 %

25 %

ADOPTER LE PRINCIPE DE LA SÉPARATION

L'alternative à la cohabitation est la séparation. Pour la majorité « intéressée mais inquiète » qui ne veut pas interagir avec des voitures et n'a aucune envie de suivre une formation vélo pour s'aguerrir, elle est une condition sine qua non. Mais c'est également un principe plébiscité par celles et ceux qui font déjà du vélo, comme le souligne le baromètre des villes cyclables 2017 de la Fédération française des Usagers de la Bicyclette (FUB), qui a recueilli l'avis de plus de 100 000 répondants de tous niveaux : 91 % estiment qu'il est important d'être séparé de la circulation motorisée.



Le principe de séparation n'en demeure pas moins décrié, y compris sur le plan de la sécurité : les pistes séparées provoqueraient des conflits avec les piétons et diffuseraient un faux sentiment de sécurité à vélo, en reportant le danger à chaque carrefour ou à chaque entrée de garage. À l'inverse, sur chaussée, les vélos seraient bien séparés des piétons et plus visibles des voitures, qui seraient obligées de modérer leur allure.

Pour l'essentiel, ces critiques relèvent d'idées reçues, imputables à de trop nombreux exemples de pistes mal conçues. Des bonnes pratiques existent pour éviter ces problèmes, et il serait absurde de rejeter le principe de séparation au motif qu'il serait mal mis en œuvre.

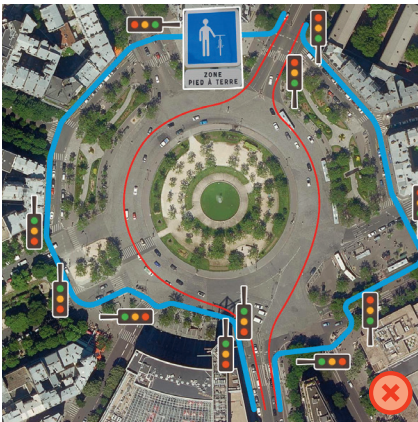
Une autre critique majeure concerne l'impossibilité de mettre des pistes cyclables partout. C'est une évidence, mais la séparation ne se résume pas à des pistes physiquement séparées de la chaussée : elle englobe aussi l'ensemble des rues où le trafic motorisé est très faible. Dans ces rues, les vélos rencontrent si peu de voitures qu'ils peuvent s'approprier la chaussée et rouler en toute sérénité. Il n'y a plus de cohabitation.

Pour permettre une expérience cyclable non stressante et inclusive pour tous les âges et tous les niveaux, il est nécessaire de miser sur la séparation. Toutes les villes qui ont réussi à relancer fortement la pratique cyclable ont emprunté ce chemin.

LA SÉPARATION N'EST RIEN SANS L'EFFICACITÉ

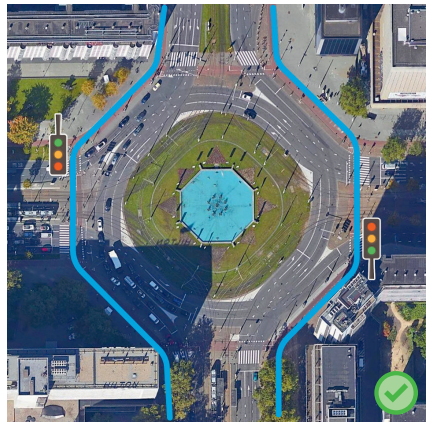
Trop souvent, la réponse au besoin de séparation consiste à créer deux itinéraires :

- un itinéraire direct, roulant et avec un minimum d'arrêts, mais au milieu du trafic, pour les cyclistes « rapides et aguerris »,
- un itinéraire avec de grands détours et plus d'attente, souvent inconfortable et sur le trottoir, mais séparé du trafic, pour les cyclistes « lents et débutants », assimilés à des promeneurs, des familles ou des enfants.



▲ Paris 13^e, place d'Italie : le cheminement direct et efficace (en rouge) se fait avec les voitures, le cheminement sécurisé (en bleu) multiplie les détours, les attentes aux feux ainsi que les montées et descentes de bordures de trottoirs. (IGN Géoportail)

Une telle différenciation vide la séparation de son utilité car elle sacrifie l'efficacité du vélo comme mode de déplacement. Aucun usager, même lent ou débutant, n'a envie de perdre du temps, de multiplier les zigzags et les ressauts ou d'être gêné par des piétons. Aucun usager ne devrait avoir à arbitrer entre séparation et efficacité. Dans une ville cyclable, les aménagements sont conçus pour accueillir tous les cyclistes, rapides comme lents, expérimentés comme débutants, en offrant un seul itinéraire séparé et efficace.



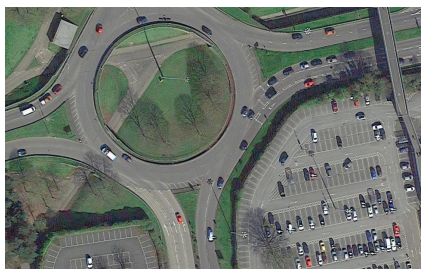
▲ Rotterdam (Pays-Bas), Hofplein : un seul itinéraire vélo, séparé des voitures et efficace, avec une piste bidirectionnelle qui ceinture la place. (Google Maps)

LES MODES DE DÉPLACEMENT SONT EN CONCURRENCE

Les Danois ou les Néerlandais ne font pas du vélo parce que c'est écologique ou économique, mais parce que c'est généralement plus pratique et plus rapide que la voiture ou les transports en commun. Les modes de déplacement sont en concurrence et l'efficacité relative de chaque mode est déterminante dans le choix des usagers. Offrir aux vélos des pistes séparées du trafic motorisé ne suffit pas si ces pistes sont moins efficaces que le réseau routier pour les voitures.

Les villes nouvelles anglaises de l'après-guerre, comme Milton Keynes et surtout Stevenage, illustrent parfaitement cette leçon. Malgré un réseau de pistes intégralement séparées du trafic motorisé (jadis de qualité dans le cas de Stevenage, plus médiocre en ce qui concerne Milton Keynes), elles n'ont jamais réussi à mettre en selle leur population (moins de 3 % des déplacements). Pourquoi ? Parce que tout y a été fait pour que ce soit plus simple et plus rapide de se déplacer en voiture : carrefours dénivelés et giratoires sans feux, surdimensionnement des voiries, abondance de parkings gratuits...

► Houten (Pays-Bas) : élue ville la plus cyclable des Pays-Bas en 2008 et 2018. Tous les quartiers sont accessibles en voiture mais le plan de circulation motorisée oblige à passer par la route extérieure en forme de 8 pour aller de l'un à l'autre. (houten.nl)



▲ Stevenage (Grande-Bretagne) : des giratoires et des parkings géants pour les voitures, des pistes en site propre dénivelées pour les vélos. Victoire par KO de la voiture. (Google Maps)

À l'inverse, la ville nouvelle néerlandaise de Houten, construite dans les années 1970-1980, constitue une des références des Pays-Bas pour le vélo, car tout y a été fait pour que seuls les trajets à pied et à vélo soient directs : en voiture, il faut nécessairement faire de grands détours par la rocade extérieure, avec une offre de stationnement limitée.



L'efficacité d'un mode est toujours relative à celle des autres modes. En cas de contrainte très forte sur la voiture, le vélo peut plus facilement tirer son épingle du jeu. Au Japon, les restrictions sur le stationnement automobile (quasi impossible dans la rue, coûteux et limité dans les parkings) rendent le vélo compétitif, alors que la pratique cyclable est cantonnée aux trottoirs, un espace séparé des voitures, mais peu confortable et inadapté pour rouler à bonne allure. Malgré le manque d'aménagements cyclables, le vélo est une alternative sûre et plus efficace que la voiture pour nombre de trajets. Revers de la médaille, la pratique cyclable (13 % des déplacements) se concentre sur des courts trajets (achats, loisirs, école) et concerne assez peu les déplacements domicile-travail.

▼ Osaka (Japon), une rue japonaise typique, sans aucun stationnement automobile, et avec des trottoirs au niveau de la chaussée sur lesquels roulent les vélos. (Google Street View)

L'efficacité relative du vélo par rapport à la voiture (ou aux transports en commun) est aussi déterminante pour son attractivité que la possibilité de rouler séparé du trafic motorisé : cela rend le décollage du vélo plus difficile pour des zones périphériques conçues pour la voiture, mais beaucoup moins dans les zones urbaines congestionnées sans stationnement abondant. Traverser Paris prend déjà moins de temps à vélo qu'en voiture (ou qu'en métro). Mais, pour y parvenir, il faut souvent circuler avec les voitures. L'enjeu est donc d'associer séparation et efficacité afin que le vélo permette de se déplacer rapidement entre A et B tout en étant sûr et confortable.



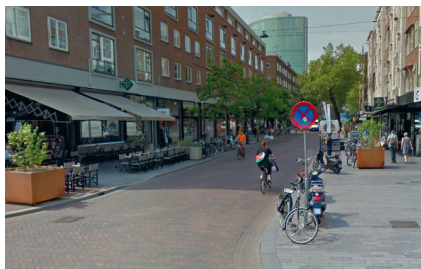
LA RECETTE DU SUCCÈS : UN RÉSEAU DE RUES APAISÉES ET DE PISTES CYCLABLES

Un réseau cyclable séparé et efficace imbrique deux types de maillages qui se complètent :

① Un maillage de rues apaisées à très faible trafic motorisé, où les voitures sont si peu nombreuses que les vélos circulent en toute tranquillité. Il ne s'agit pas d'un partage de la chaussée, mais d'une démotorisation de la rue qui permet aux vélos de circuler sans avoir à négocier avec plus fort qu'eux. Ces rues représentent environ 80 % de la ville.

② Un maillage de pistes cyclables, notamment sur les axes de transit motorisé, avec des sites propres en section courante et des intersections sécurisées. Ces infrastructures couvrent les 20 % restants. Il ne s'agit donc en aucune façon de mettre des pistes cyclables dans toutes les rues de la ville.

La création d'un tel réseau a pour effet mécanique de prendre de la place à la voiture et de rendre ses trajets moins directs et moins rapides, sans pour autant les interdire. La modération de la vitesse motorisée et la restriction du stationnement automobile vont de pair avec la constitution d'un réseau cyclable. Ces restrictions à la voiture sont nécessaires à l'établissement de ce réseau, et ce réseau fournit une solution alternative immédiate à la perte d'efficacité de l'automobile. À l'inverse, limiter l'efficacité de l'automobile ne sert à rien si le vélo demeure une alternative désagréable.

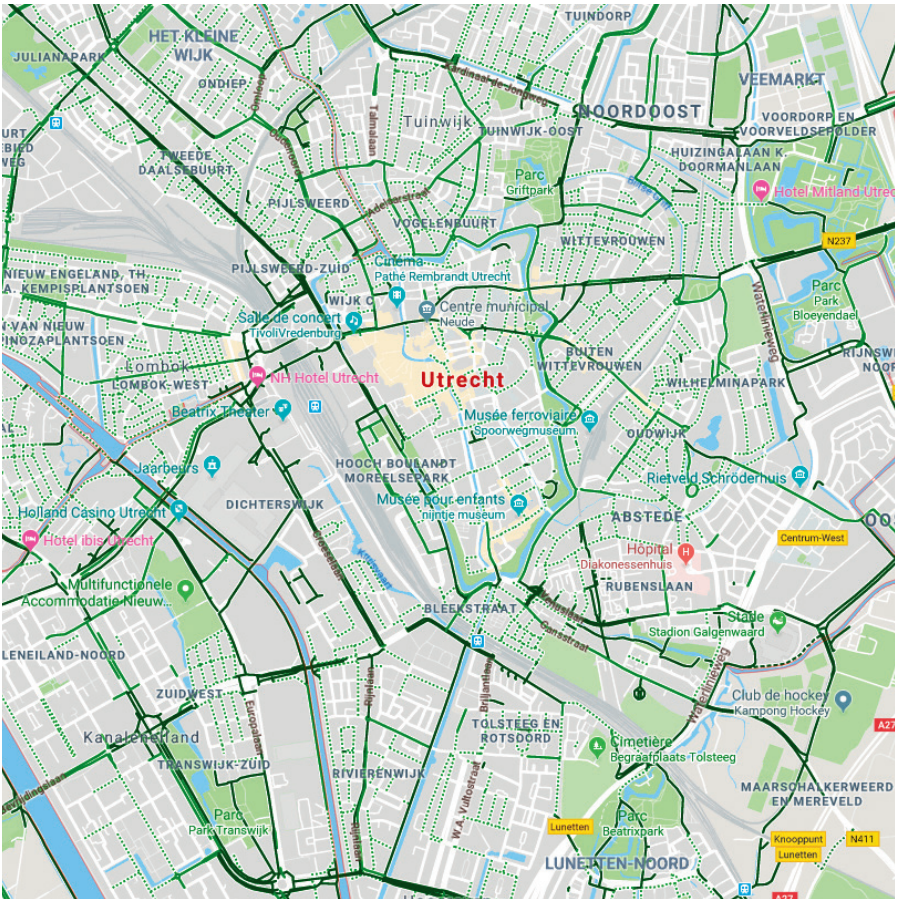


▲ Rotterdam (Pays-Bas), Meent : une rue néerlandaise typique : pas besoin de pistes pour les vélos quand la rue a été vidée de son excès de circulation automobile. (Google Street View)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), De Savornin Lohmanstraat - Troelstralaan : des pistes cyclables qui séparent du trafic motorisé et sécurisent les intersections. (Google Street View)

Ce réseau mêlant séparation spatiale (site propre) et temporelle (chaussée sans voiture la plupart du temps) doit connecter tous les quartiers. Une poignée de bonnes pistes ou un éparpillement de zones apaisées ne suffisent pas : il faut pouvoir aller partout efficacement sans rupture.

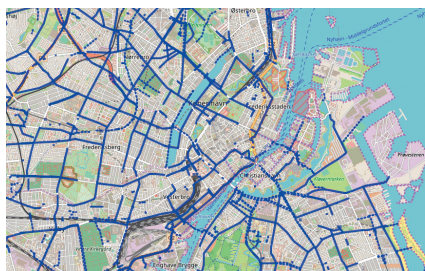


▲ Utrecht (Pays-Bas) : un réseau cyclable avec un maillage dense de rues apaisées (pointillées) et de pistes cyclables. (Google Maps)

UN RÉSEAU HIÉRARCHISÉ QUI INVITE À FAIRE DU VÉLO

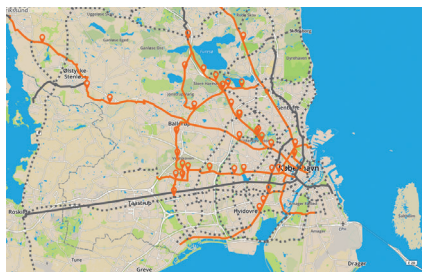
Un réseau cyclable doit être hiérarchisé avec des fonctions différentes pour chaque rue selon qu'elle s'inscrit dans le réseau magistral ou dans le réseau de desserte locale. Les choix d'aménagement ne peuvent être faits qu'une fois pris en compte le réseau existant et surtout le réseau à venir, afin d'assurer continuité et cohérence.

Le réseau magistral constitue l'armature du réseau cyclable d'une agglomération. Il permet de relier tous les principaux pôles générateurs de déplacements : gares, pôles d'emplois ou universitaires, lycées et collèges, équipements sportifs, de loisir et culturels... Son attractivité repose sur sa qualité, mais aussi sur sa densité, avec une maille de 300 à 500 m qui lui permet d'être pertinent pour un grand nombre de trajets.



▲ Le réseau magistral de Copenhague avec un maillage dense de pistes cyclables. (OpenStreetMap, Robert Weetman)

Cet aspect le distingue à priori du concept de «Bicycle highways», qui correspond à des itinéraires relativement longs (10 à 20 km, voire plus) entre pôles urbains, avec peu d'intersections, pour permettre une vitesse moyenne de 20 km/h, l'objectif étant de capter des trajets interurbains réalisés en voiture ou en transports en commun.



▲ Le réseau «supercykelstier» de la grande aire urbaine de Copenhague avec des itinéraires longue distance. (supercykelstier.dk)

En France, plusieurs villes ou métropoles se sont lancées dans la création d'un super réseau cyclable, souvent baptisé «Réseau express vélo» (REV), comme à Paris. Dans la plupart des cas, ce REV vise moins à permettre des trajets longue distance en complétant un réseau magistral déjà mature, qu'à promettre une montée en gamme des aménagements sur certains itinéraires, avec un souci de continuité permettant de sortir d'une approche en pointillés, souvent privilégiée jusque-là.



▲ Paris 1^{er}, croisement Rivoli-Sébastopol : deux axes du REV se croisent avec un traitement de l'intersection qui sécurise les traversées et offre une bonne capacité. (Paris en Selle)

Le REV est également souvent pensé comme un outil marketing. De fait, la meilleure publicité pour le vélo est une infrastructure bien visible qui donne envie de l'emprunter. À ce titre, le REV serait l'équivalent des lignes de bus à haut niveau de service (BHNS) qui visent à revaloriser les déplacements en bus, en reprenant certaines caractéristiques du tramway.



▲ Grenoble : une marque spécifique (Chronovélo) a été développée pour le REV, avec une identité visuelle forte, un travail de jalonnement et des aires de services. (Grenoble Alpes Métropole)

La logique de mise en scène du vélo est intéressante pour l'attractivité, mais il est impératif que la promesse de qualité soit au rendez-vous pour que l'invitation à faire du vélo fonctionne : le REV ne peut pas se contenter d'un jalonnement coloré.



▲ Londres (Royaume-Uni) : Cycle superhighway 2, High Street : de la couleur bleue ne suffit pas pour inviter à faire du vélo. (Google Street View)

De même, il convient de ne pas figer le REV sur un standard de piste bidirectionnelle, qui n'est pas toujours optimal pour la sécurité et l'efficacité. Et l'investissement dans un REV ne saurait, pour terminer, masquer un manque d'ambition pour le reste du réseau, en réservant l'exigence de qualité à quelques axes, sans amorcer la constitution d'un réseau magistral dense.

POURQUOI S'INSPIRER DU MODÈLE NÉERLANDAIS ?

Les Pays-Bas constituent la référence de l'urbanisme cyclable, avec un succès sans équivalent dans le monde industrialisé. La pratique du vélo y est élevée dans toutes les couches sociales, en centre-ville comme en banlieue ou à la campagne.

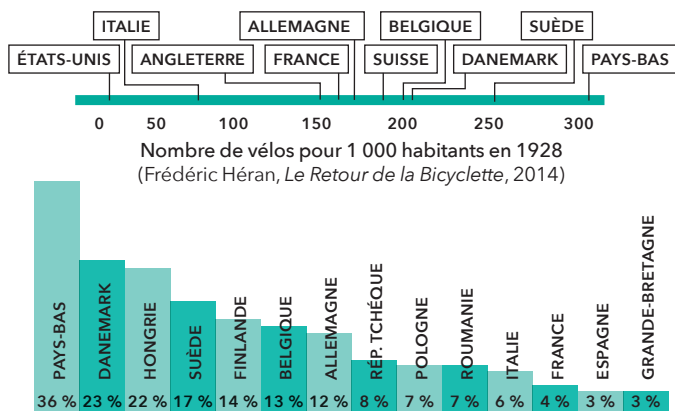
Cette pratique ne s'explique que marginalement par des particularismes géographiques, économiques ou culturels : si les Pays-Bas avaient déjà de l'avance il y a un siècle, l'écart, notamment avec la France, s'est depuis considérablement creusé.

Comme dans tous les autres pays développés, la démocratisation de l'automobile y a entraîné une chute impressionnante de

la pratique cyclable. Mais l'investissement, à partir du milieu des années 1970, dans un réseau cyclable sécurisant capable de surpasser l'efficacité de la voiture, a permis au vélo de remonter la pente.

Si les Néerlandais pédalent beaucoup plus que les autres à l'ère de l'automobile, c'est parce qu'ils ont bâti un urbanisme cyclable bien plus inclusif. Par rapport au Danemark, les Pays-Bas sont allés beaucoup plus loin pour réduire, détourner et calmer les flux motorisés, sans pour autant supprimer la voiture : le pays est régulièrement premier du baromètre de satisfaction des automobilistes de l'application Waze.

DE 1928 À 2014, L'ÉCART SE CREUSE ENTRE LES PAYS-BAS ET LES AUTRES, NOTAMMENT LA FRANCE



Part de la population (15 ans et plus) qui cite le vélo comme mode de déplacement le plus fréquent (Eurobaromètre spécial 422a)



▲ Utrecht (Pays-Bas), Hendrick de Keyserstraat : une zone résidentielle néerlandaise typique. (Google Street View)



▲ Bolzano (Italie), via Roma : en-dehors de l'hyper-centre dont l'accès motorisé est limité, les vélos disposent de peu d'aménagements cyclables de qualité. Ici une piste peinte sur le trottoir d'un côté et une bande cyclable très étroite de l'autre. (Google Street View)



▲ Copenhague (Danemark), boulevard H.C. Andersens : contrairement à Amsterdam ou Utrecht, Copenhague demeure largement dominée par la voiture : ici, en centre-ville, 8 files de circulation motorisée et une piste cyclable simplement surélevée par rapport à la chaussée. (Google Street View)

Enfin, les Néerlandais ont pris à bras le corps la sécurisation des axes principaux et plus particulièrement des intersections. La différence de qualité avec ce qui se fait au Danemark est frappante, tandis que les villes suisses (Bâle), allemandes (Brême) ou italiennes (Bolzano) se contentent trop souvent de bandes cyclables ou de pistes sur trottoir.

Depuis les années 1970, les Pays-Bas ont eu le temps de tester de très nombreuses solutions (première piste cyclable moderne, de couleur rouge, expérimentée à Tilburg en 1977). Leur savoir-faire en termes d'ingénierie cyclable est le plus avancé du monde, et de très loin. Il est là, sous nos yeux, à trois heures de train de Paris. Il suffit de s'en inspirer plutôt que de chercher à réinventer des solutions déjà validées ou éliminées depuis 20 ans.

Ce constat amène à une règle d'or : si un aménagement cyclable n'existe pas aux Pays-Bas, c'est vraisemblablement que c'est une mauvaise idée. Attention toutefois, la réciproque n'est pas vraie. Ce n'est pas parce que cela existe là-bas que c'est forcément une bonne idée : tout est loin d'y être parfait et de nombreux aménagements, souvent anciens, parfois récents, peuvent s'éloigner des bonnes pratiques.

Pour obtenir un maillage important, il est tentant de privilégier la quantité au détriment de la qualité. Mais le manque de qualité limite l'attractivité : cela se paye par une pratique moindre, voire par un rejet en bloc des aménagements cyclables, jugés dysfonctionnels. Il est donc crucial de faire les choses bien tout de suite, sans passer par des étapes intermédiaires qui laisseraient de côté nombre d'usagers potentiels, d'où l'intérêt de profiter du savoir-faire néerlandais issu de plusieurs décennies de recherche et développement.

Dans les développements qui suivent, ce guide se base principalement sur les recommandations techniques du manuel néerlandais d'aménagements cyclables édité par le Crow (Centre néerlandais de réglementation et de recherche des routes).



▲ Utrecht (Pays-Bas), Laan van Nieuw Guinea : les Pays-Bas posent les meilleures pratiques mais on y trouve aussi parfois de grosses erreurs, même dans des aménagements récents : ici, des bandes cyclables un peu étroites dans la zone d'ouverture des portières et un refuge piéton qui favorise les rabattements motorisés. (Google Street View)



RUES APAISÉES SANS PISTES CYCLABLES

Séparer les vélos du trafic motorisé n'implique pas de créer des pistes cyclables partout, bien au contraire. Un vélo aura un sentiment de sécurité élevé si les véhicules motorisés sont très peu nombreux et roulent calmement.

**TRÈS PEU
DE VOITURES**

LE VOLUME DU TRAFIC MOTORISÉ COMME CRITÈRE DÉTERMINANT

La notion d'apaisement est souvent associée en France à la modération de la vitesse du trafic motorisé (zone 30, zone de rencontre). Pourtant, une rue circulée à moins de 30 km/h mais où les vélos sont victimes de dépassements (rasants) incessants, obligés de rouler avec une ou plusieurs voitures collées au garde-boue ou contraints de se faufiler pour remonter un bouchon, est une rue qui offre une expérience stressante et dissuasive.

▼ Paris 10^e, rue du Faubourg Saint-Denis : une rue commerçante avec du stationnement bilatéral, loin d'être apaisée malgré un trafic qui roule lentement. (Google Street View)

Pour le ressenti des cyclistes (et des piétons), une rue apaisée est d'abord une rue avec très peu de voitures. Le volume du trafic motorisé est le critère premier, encore plus déterminant en ville que celui de la vitesse. C'est d'autant plus le cas qu'un faible volume de trafic motorisé implique généralement une modération de la vitesse : s'il y a peu de voitures, c'est parce que la rue n'intéresse qu'un trafic local, qui n'est pas là pour gagner du temps sur un trajet de transit. De plus, le volume est un critère prévisible par l'aménageur, qu'il est assez facile d'ajuster, à l'inverse de la vitesse dès lors que la route est un peu droite, à moins de multiplier les aménagements de voirie coûteux ou les radars.



UN MAXIMUM DE 2000 VÉHICULES PAR JOUR

Le volume du trafic motorisé doit impérativement être faible pour que les vélos circulent en toute tranquillité sur la chaussée. Le seuil de 2 000 véhicules/jour (et de 200 véhicules à l'heure de pointe ; un véhicule toutes les 18 secondes) est le niveau retenu aux Pays-Bas. Au-delà, le trafic motorisé devient trop stressant pour une majorité et la mixité n'est plus acceptable. Idéalement, il convient même de viser un niveau de seulement 500 à 1 000 véhicules/jour, soit 50 à 100 véhicules à l'heure de pointe (moins d'un véhicule toutes les 40 secondes), ce qui implique, pour une rue de 500 m, que chaque vélo qui y circule a une bonne probabilité de ne pas rencontrer la moindre voiture.



▲ Paris 10^e, rue du Château d'Eau : la rue est large mais dépourvue de trafic motorisé de transit. C'est l'une des rues qui accueille le plus de vélos à Paris. (Paris en Selle)

Dans les rues au trafic supérieur à 2 000 véhicules/jour, il faut lutter contre l'idée que la mixité est souhaitable au motif que la présence des vélos apaiserait la circulation motorisée. Si la mixité est souhaitable, c'est parce que la rue est apaisée de prime abord, pas parce que la présence de cyclistes inciterait les automobilistes à lever le pied. On ne peut pas faire porter la responsabilité de l'apaisement sur le cycliste : aucun parent n'a envie de laisser son enfant de 8 ans jouer les ralentisseurs vivants.

Le marquage de pictogrammes vélo sur la chaussée de rues avec un trafic prononcé, censé légitimer la présence des vélos au milieu du trafic, n'est d'aucune utilité : les études aux États-Unis, où ce dispositif (baptisé *sharrow*) est assez répandu, indiquent qu'il n'améliore pas la sécurité et n'entraîne aucun accroissement du nombre de vélos.



▲ Madrid (Espagne), Bulevar de Indalecio Prieto : des pictogrammes sur la chaussée qui ne changent rien au fait que les vélos doivent circuler avec un trafic motorisé important. (Google Street View)

UN PLAN DE CIRCULATION QUI HIÉRARCHISE LE RÉSEAU VIAIRE

Le volume du trafic motorisé d'une rue est la conséquence directe du plan de circulation qui restreint ou favorise certains parcours.

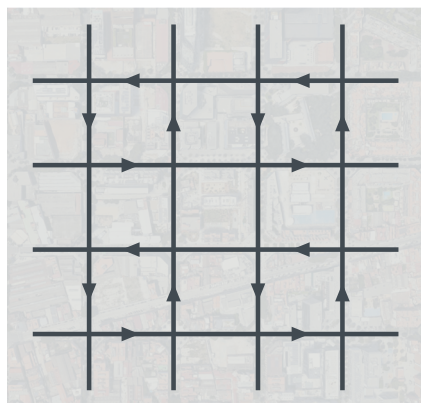
Le plan de circulation motorisé d'une ville cyclable est un plan qui hiérarchise le réseau viaire entre deux types de rues :

- les axes de transit, capacitaires pour l'ensemble des modes de déplacement (y compris les pistes cyclables) afin de relier différentes zones d'une agglomération,
- les rues de desserte, intéressant uniquement le trafic motorisé local qui a pour origine ou destination une adresse à proximité, et suffisamment apaisées pour une mixité des modes de déplacement.

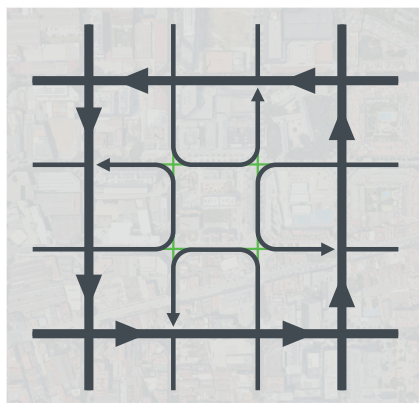
Pour dissuader le trafic de transit d'emprunter une rue ou un quartier, il faut que le plan de circulation empêche physiquement la traversée motorisée (mais pas la traversée cyclable): piétonisation ponctuelle, mise en sens unique, mise en tête-bêche (deux sens uniques qui se font face ou se tournent le dos), mise en semi-im-passe... Des moyens simples (jardinières, potelets, panneaux) peuvent suffire.

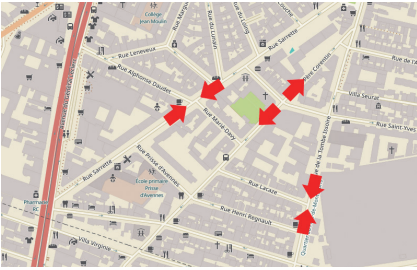
▼ Avec une voirie hiérarchisée, les rues de desserte locale n'autorisent pas le trafic motorisé de transit, qui se redéploie sur les grands axes et diminue : une partie significative du flux se reporte sur d'autres modes ou s'évapore (les automobilistes adaptent leurs horaires, modifient leurs destinations ou renoncent à certains déplacements).

VOIRIE NON HIÉRARCHISÉE



VOIRIE HIÉRARCHISÉE





▲ Paris 14^e, quartier Sarrette-Tombe-Issoire : les axes traversants ont des sens interdits en tête-bêche pour obliger le trafic de transit à contourner le quartier. (OpenStreetMap)

Il est aussi possible de créer une zone à trafic limité (ZTL), où seuls certains véhicules peuvent circuler (cas des centres-villes italiens avec un contrôle vidéo).



▲ Grenoble, rue du Drac : des jardinières suffisent à créer une semi-impasse (fermée pour les voitures mais pas pour les vélos) afin d'apaiser un axe de quartier. (Google Street View)

▼ Nantes, rue du Calvaire : la rue fait partie d'une zone à trafic limité (ZTL) autorisée uniquement pour certains véhicules motorisés (bus, riverains, livreurs, etc.). (Google Street View)



DÉTOURNER LE TRANSIT MOTORISÉ DES RUES ÉTROITES

Une rue trop étroite pour des pistes cyclables est une rue qui ne peut pas accueillir du trafic de transit : elle doit impérativement être vidée de son trafic de transit motorisé. La circulation des véhicules motorisés n'est pas envisageable si elle se fait au détriment des vélos.



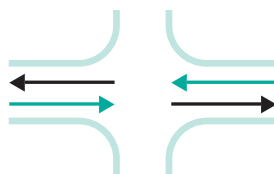
▲ Paris 10^e, rue du Faubourg du Temple 2008-2014 : avant et après la piétonisation de la place de la République, d'une rue de transit infernale trop étroite pour des pistes cyclables à une rue apaisée cyclable à double sens. (Google Street View)

Dans le cas des rues étroites qui accueillent des bus, la meilleure solution est de restreindre le trafic aux bus, aux vélos et aux riverains, avec une ZTL ou une portion de zone piétonne qui supprime le transit indésirable. Pour une rue à double sens, il est aussi possible de mettre des voies bus-vélos en tête-bêche pour couper le transit de la circulation générale, seuls les flux de bus et de vélos pouvant parcourir tout le linéaire.



▲ Paris 4^e, rue François Miron : cette petite rue à double sens cyclable est apaisée car seuls les vélos et les bus peuvent continuer tout droit sur le «terre-plein Saint-Paul» et rejoindre Bastille. (Google Street View)

▼ Principe d'une rue à double sens avec des voies bus-vélos en tête-bêche



uniquement bus et vélo
tous véhicules

Les cas les plus complexes concernent des ponts ou des routes qui font figure de passage obligé pour le transit motorisé. Dans l'attente de travaux d'ouvrage de déviation longs et coûteux, il peut être intéressant d'aménager une « chaucidou » (ou « chaussée à voie centrale banalisée ») si le trafic n'excède pas 5 000 véhicules/jour. Cette solution consiste à passer de deux voies de circulation séparées d'une ligne centrale à une seule voie centrale partagée pour les deux sens, où le croisement s'effectue en débordant sur des « bandes cyclables suggérées » où circulent les vélos.

Ces « bandes » ne sont pas des bandes cyclables au sens du code de la route car les motorisés sont autorisés à rouler dessus. Pour autant, elles doivent être aussi larges que de vraies bandes pour ne pas favoriser des dépassements rasants (2,10 m recommandé, 1,80 m minimum, marquage inclus). La chaussée centrale mesure, selon le profil, entre 2,20 m et 3,80 m (3,20 m de préférence si bus).

En France, à défaut d'une réglementation adaptée, la chaucidou ne peut être matérialisée que par des accotements (dits *bandes dérasées multifonctionnelles*) délimitées par des lignes de rive, plus fines que les lignes des bandes cyclables. Les pictogrammes vélos y sont déconseillés par le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), au profit de simples chevrons. L'inadaptation du code de la route se mesure entre autres au fait que les voitures sont, d'un point de vue réglementaire, autorisées à s'y garer...



▲ Utrecht (Pays-Bas), Tolsteegsingel : la chaussée accueille deux bandes suggérées de 2,00 m et un espace central pavé de 2,50 m. La rue est à double sens pour les voitures (4 800 véhicules/jour contre 6 400 vélos/jour) et conserve une fonction de transit pour contourner le centre-ville. (Google Street View)



▲ Utrecht (Pays-Bas), Tolsteegsingel : pour certaines intersections (ici avec feux), le besoin de stockage du trafic motorisé implique le retour à une chaussée double avec des bandes cyclables. (Google Street View)



▲ Thônex, Genève (Suisse), avenue Adrien-Jeandin : la chaucidou perd tout intérêt lorsque les conditions de trafic ne sont pas réunies, les voitures s'établissant alors en file ininterrompue sur les espaces cyclables suggérés. (Paris en Selle)

FAIRE ACCEPTER UN NOUVEAU PLAN DE CIRCULATION

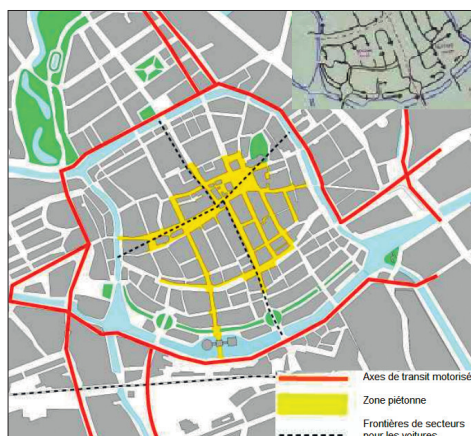
Changer le plan de circulation est difficile : cela bouleverse les habitudes des automobilistes, qui ne comprennent pas qu'on leur complique la vie, des commerçants, qui ont peur de perdre des clients motorisés, et de nombreux riverains, qui craignent les reports de trafic dans leur rue. C'est un exercice redouté par les élus et chronophage pour les services techniques, qui doivent multiplier les études.

Deux méthodes ont fait leurs preuves pour parvenir au changement :

- La méthode des petits pas : on rajoute quelques sens uniques par-ci par-là qui ne soulèvent pas trop d'opposition (sur le mode de l'expérimentation), et progressivement on apaise le quartier ou la ville.
- La méthode radicale : on transforme de fond en comble le plan de circulation

d'une large zone pour parvenir directement au principe de la double hiérarchie. Cette méthode braque davantage les conservatismes, d'où l'intérêt d'avoir une zone large qui permet de dépasser les oppositions les plus locales. Le calendrier est aussi un point essentiel : il faut passer très vite à la mise en œuvre pour que les effets positifs chassent les inquiétudes. C'est la méthode utilisée par Groningue en 1977 et suivie depuis par de nombreuses métropoles (Gand en 2017 ou Lille en 2016).

▼ Le plan de circulation de Groningue (Pays-Bas) divise le centre-ville en quatre secteurs depuis 1977 : pour aller d'un secteur à l'autre, il faut prendre le contournement. (Fietsberaad)



LE CAS DES ESPACES MIXTES PIÉTONS-VÉLOS

Une zone piétonne est ouverte aux vélos «à la condition de conserver l'allure du pas et de ne pas occasionner de gêne aux piétons» (art R 431-9 du code de la route).

La cohabitation entre les vélos et les piétons fonctionne quand l'espace est large et dégagé avec peu de piétons. C'est le cas de certaines voies vertes (qui ne sont pas des aires piétonnes) ou de passerelles piétons-cycles, ou encore des berges de Seine à Paris à certaines heures et selon la météo. L'intérêt est de maximiser l'espace des vélos et des piétons en les combinant.

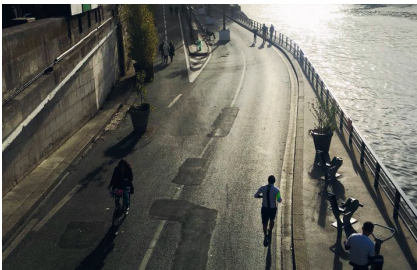
Dès que les flux piétons augmentent, il devient difficile de cohabiter : les Pays-Bas retiennent la valeur de 100 piétons par heure et par mètre de largeur de voie piétonne comme seuil pour séparer les cheminements piétons et vélos. De façon générale, en ville, il est nécessaire

de séparer les vélos des piétons, et de ne pas considérer la piétonisation comme un aménagement cyclable (sauf s'il y a très peu de piétons).



▲ Amsterdam (Pays-Bas), gare centrale : le parvis piéton derrière la gare dispose d'une piste cyclable distincte de l'espace piéton. (Google Street View)

▼ Paris, berges de Seine rive droite : très cyclable le matin avec peu de piétons et quelques joggeurs, beaucoup moins à d'autres périodes de la journée et de l'année. (Ville de Paris)



ET LA VÉLORUE ?

La vélorue correspond à une rue qui accueille un trafic vélo de transit et du trafic motorisé uniquement local. Dans certains pays, la vélorue est définie réglementairement et peut par exemple interdire le dépassement (Belgique), ou autoriser à rouler à plusieurs de front (Allemagne). Aux Pays-Bas, elle n'a pas de fondement réglementaire, mais fait l'objet de recommandations précises :

- les vélos doivent pouvoir s'approprier la chaussée : c'est le cas quel que soit le volume de vélos dès que le trafic motorisé est inférieur à 500 véhicules par jour. Idéalement, le trafic vélo est au moins deux fois supérieur au trafic motorisé, avec une limite pour ce dernier fixé à 2 000 véhicules par jour.
- la vélorue a la priorité aux intersections sur les autres rues transversales (pas de priorité à droite).
- la chaussée a le même revêtement que les pistes cyclables (enrobé rouge aux Pays-Bas).



▲ Utrecht (Pays-Bas), Merelstraat : pas de priorité à droite, la vélorue en tant que route principale pour les vélos a la priorité sur les rues transversales. (Google Street View)

Instaurer une vélorue est judicieux pour matérialiser un itinéraire vélo principal, dans une rue où ils sont l'essentiel du trafic, et où des pistes cyclables ne seraient pas possibles, ou pas pertinentes. Elle est implémentée comme une piste, ouverte au trafic motorisé ponctuel.

Hélas, le cœur du concept est souvent mal compris : ce qui permet l'appropriation de la rue par les vélos, ce n'est pas d'interdire aux voitures de dépasser, mais de s'assurer qu'elles sont peu nombreuses par rapport au trafic vélo.

◀ Amsterdam (Pays-Bas), Sarphatistraat : la vélorue (*fietsstraat*) remplace des bandes cyclables étroites le long du stationnement. Elle accueille dans chaque sens plus de 10 000 vélos/jour, contre 1 000 à 3 000 véhicules/jour. Plus le trafic vélo est important, plus il est possible de s'approcher, voire de dépasser légèrement, les limites d'une rue apaisée en termes de trafic motorisé. (Mats van Soolingén, parool.nl)

En France, les vélorues telles qu'elles sont actuellement mises en place, peu contraignantes vis-à-vis du transit auto, ne renforcent que la pratique existante, mais ne sont guère attractives pour les cyclistes moins confiants.

▼ Strasbourg, boulevard de la Victoire : axe de transit automobile, vitesse supérieure à 30 km/h, maintien d'une bande de stationnement... la vélorue à la française n'est pour l'instant pas à la hauteur de ses ambitions. (Paris en Selle)



**LES MESURES
ADDITIONNELLES
POUR CALMER
LE TRAFIC
MOTORISÉ**

LIMITER LA VITESSE EN LIGNE DROITE

Le second facteur d'apaisement est la réduction de vitesse. Fixer la limitation à 30 km/h sur l'ensemble de la voirie (sauf quelques grands axes) constitue un premier pas, mais très insuffisant. Ce qui compte, c'est d'abaisser la vitesse effective (ou V85, calculée comme la vitesse en dessous de laquelle roule 85 % du trafic) en ayant une géométrie de la voie qui incite effectivement à respecter les 30 km/h et modère les pointes de vitesse.



▲ Paris 13^e, rue Bobillot : l'axe à double sens est limité à 30 km/h, mais sa largeur excessive (4,00 m dans chaque sens) rend cette limitation peu crédible. (Paris en Selle)

Les écluses, chicanes et resserrements de la voirie sont efficaces pour abaisser la vitesse, à condition de prévoir un passage latéral pour les vélos d'au moins 1,60 m (*bypass*).



▲ Copenhague (Danemark), Guldbergsgade : la rue se resserre pour les voitures, qui ne peuvent se croiser (écluse) et doivent ralentir, tandis que les vélos bénéficient d'un cheminement latéral (*bypass*) confortable de part et d'autre de l'écluse (Google Street View).

Le plan de circulation a aussi son rôle à jouer pour casser les grandes lignes droites propices à la vitesse.

Des trottoirs bas, quasi à niveau de chaussée (voire pas de trottoir), sont un autre moyen intéressant pour ralentir la circulation en limitant l'effet corridor de la chaussée tout en améliorant les traversées piétonnes.

Un revêtement granuleux et de couleur peut aussi être proposé : attention à ce qu'il soit roulant et non glissant pour les vélos.

Enfin, les ralentisseurs peuvent jouer leur rôle. Les plateaux surélevés (ramenant la chaussée au niveau du trottoir sur plus de 8 m) doivent être préférés aux coussins berlinois (laissant un espace libre de chaque côté), tandis que les dos d'ânes (simple bosse) sont à éviter.



▲ Arcueil, rue de Stalingrad : un plateau surélevé permet de faire ralentir les véhicules motorisés au droit du passage piéton et du basculement du côté de stationnement, sans pénaliser les vélos outre mesure. (Google Street View)

▲ Paris, 14^e, rue Daguerre 2014 / 2017 : les trottoirs et la chaussée ont été mis quasiment au même niveau, et le stationnement a été supprimé. (Ville de Paris)



▲ Paris 13^e, rue du Dr Laurent : un coussin berlinois permet de ralentir les voitures, mais pas les scooters ni les motos. Les vélos le contournent aisément mais les vélocargos et tricycles peuvent être gênés si l'espace latéral est limité. (Paris en Selle)

● Le plateau surélevé favorise les traversées piétonnes et ralentit tous les véhicules (y compris les deux-roues motorisés), sans être trop inconfortable pour les vélos ou les bus du fait de sa longueur importante, qui espace la montée et la descente.

● Le coussin ne ralentit pas les deux-roues motorisés, tout en étant contraignant pour certains vélos (tricycles ou vélos avec remorque notamment) qui n'ont pas la place de le contourner. De plus, il peut forcer à rouler dans le caniveau ou à longer les portières des voitures en stationnement.

● Le dos d'âne est généralement pénible pour tous les types de vélos, à cause de sa faible longueur qui oblige à monter et descendre sur quelques mètres. Une forme parfaitement sinusoïdale est à adopter pour atténuer la gêne.



▲ Paris 13^e, rue de la Fontaine à Mulard : un dos d'âne très pénalisant pour les vélos, notamment avec un siège bébé ou des objets fragiles. (Paris en Selle)

AMÉNAGER LES FRONTIÈRES DE LA ZONE APAISÉE ET LES INTERSECTIONS

Le passage d'un axe de transit à une zone apaisée doit être évident. La configuration idéale pour marquer cette frontière est le trottoir traversant avec un effet porte, qui ralentit davantage le trafic qu'un simple passage piéton surélevé (appelé plateau traversant). De plus, le trottoir traversant a l'avantage règlementaire de faire perdre toute priorité à quiconque le traverse. C'est la configuration type aux Pays-Bas à chaque entrée de zone 30.



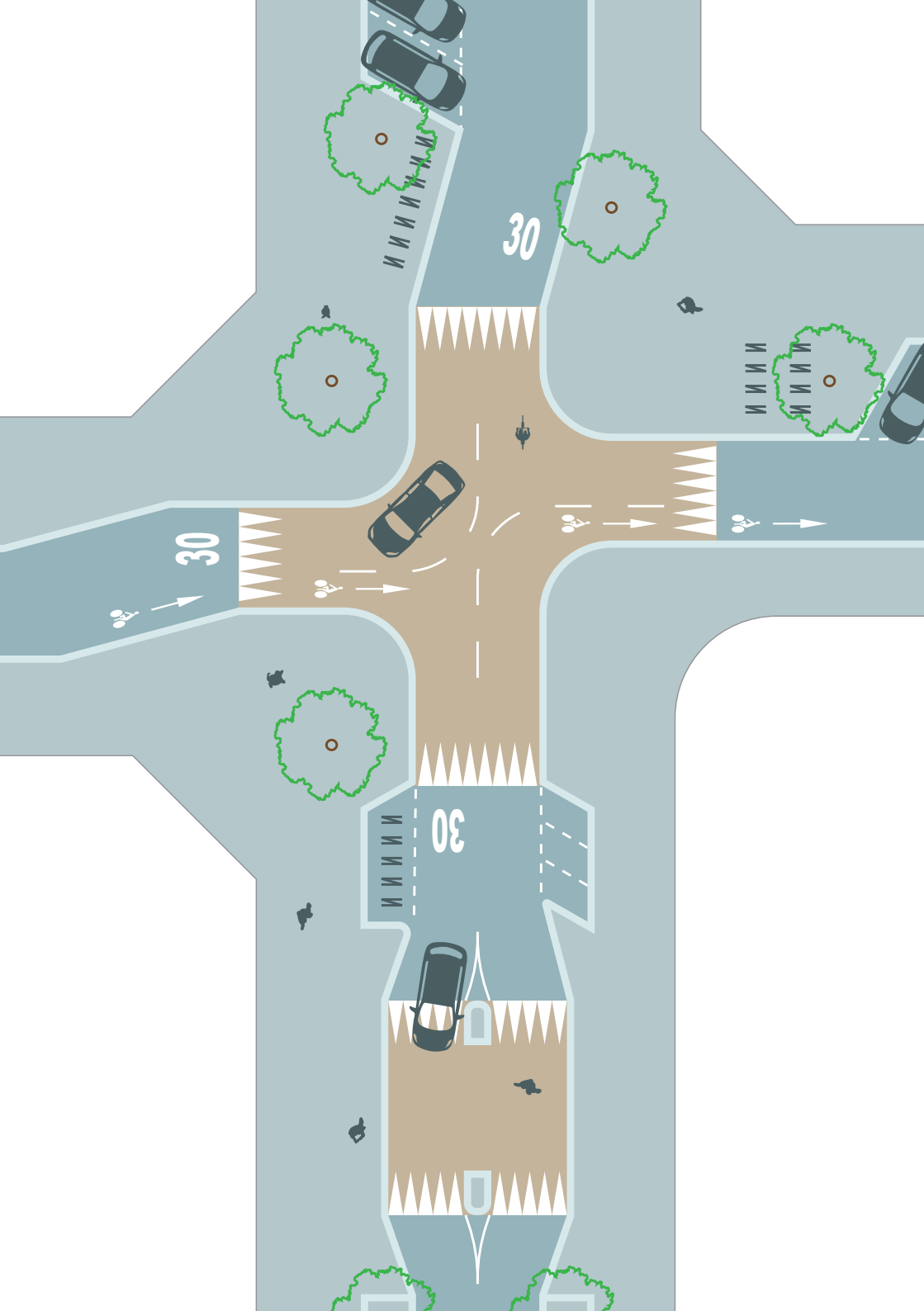
▲ Amsterdam (Pays-Bas), Gillis Steltmanstraat : le trottoir traversant, avec une pente d'accès (rampant) marquée mais confortable à vélo (pas de ressaut), signale le passage de l'axe de transit à la zone apaisée. La priorité est sans ambiguïté pour les piétons et les vélos de l'axe principal. (Google Street View)



Les intersections entre rues apaisées sont idéalement traitées en plateau surélevé sur toute l'intersection. Les rayons de giration courts forcent les véhicules motorisés à tourner à faible vitesse. La priorité à droite, ou le cédez-le-passage, y sont la règle. Les feux et les stops n'y ont pas leur place. Les feux sont supprimés dans une zone apaisée, ce qui contribue à ralentir le trafic (perte de priorité qui implique plus de vigilance, et suppression de la tentation d'accélérer pour atteindre le feu au vert).

► Un carrefour apaisée avec un plateau surélevé pour dégager l'atmosphère d'une place piétonne. Les piétons sont ainsi incités à traverser comme bon leur semble, y compris en diagonale, en l'absence de passages piétons marqués au sol.

◀ Paris 5e, rue du Cardinal Lemoine : le plateau traversant est une alternative moins satisfaisante, car il ne fait pas disparaître les bordures de trottoir qui marquent la continuité de la chaussée, et ajoute un passage piéton. Ici la pente est particulièrement douce et ce sont essentiellement les pavés et le fil d'eau (inconfortables pour les vélos), qui font office de ralentisseur et de marqueur visuel. Cette rue en sens unique sans contresens cyclable accueille de toute façon un trafic de transit important, en contradiction avec son statut de zone 30. (Google Street View)





▲ Amsterdam (Pays-Bas), Schimmelstraat : un plateau surélevé et des rayons de girations faibles. (Google Street View)



▲ Vincennes, rue des Vignerons : un trafic strictement local, un plateau traversant... mais des feux, des passages piétons, et des barrières, en contradiction totale avec la volonté d'apaisement. (Google Street View)

▼ Utrecht (Pays-Bas), Ferdinand Bolstraat : à défaut de plateau traversant, un disque ralentisseur bombé, délimité par deux cercles blancs qui cassent la lecture visuelle du carrefour pour les motorisés. (Google Street View)



LARGEUR DE LA CHAUSSÉE ET DOUBLE-SENS CYCLABLE

Lorsque la circulation motorisée est à double sens, une chaussée étroite de 5,50 m (4,80 m minimum, 6,00 m avec des bus) est utile pour modérer la vitesse. Cela force les voitures qui se croisent à ralentir pour négocier. Une autre solution consiste à ajouter une bande centrale roulable mais moins confortable (pavée ou rugueuse), pour réduire visuellement la largeur de chaque sens.



▲ Almere (Pays-Bas), Gorinchemgracht : une bande centrale franchissable en pavés légèrement bombée réduit visuellement chaque sens de circulation à quasiment 2 m. C'est un des aménagements standards des vélorues néerlandaises à double sens pour les motorisés. (Google Street View)

Pour les sens uniques motorisés, il faut au contraire viser une chaussée large d'au moins 4,00 m (gabarit pompiers de la voie échelle) et idéalement de plus de 4,50 m, pour limiter les dépassements rasants (les voitures cherchent à doubler un vélo à partir de 3,00 m) et rendre le contresens cyclable moins anxiogène, surtout en présence de poids-lourds et de

stationnement latéral. En cas de stationnement bilatéral, la largeur est portée à 4,50 m au moins, et idéalement à plus de 5,00 m. Le risque de vitesse accrue peut être réduit par des aménagements, mais il est à priori limité par la nature locale du trafic motorisé.

La largeur de chaussée est un élément crucial pour le ressenti à vélo. Pour autant, une chaussée étroite ne doit pas servir de prétexte à un renoncement au double-sens cyclable. Ce dernier n'est pas accidentogène car les voitures ralentissent et voient le vélo qui arrive en face. Il est toutefois préférable (et parfois non négociable avec l'opérateur) d'élargir la chaussée à 4,00 m au moins pour un double-sens cyclable dans une rue où circulent une ou des lignes de bus.

Le marquage du double-sens cyclable peut être apposé dans l'axe de la chaussée afin de légitimer la présence des vélos à contresens et les encourager à ne pas serrer leur droite en dehors des croisements avec des voitures. C'est aussi une bonne pratique pour la durabilité du marquage (le trafic motorisé ne roulant plus dessus).



▲ Villejuif, rue Jean-Jacques Rousseau : les pictogrammes fléchés du contresens cyclable au milieu de la chaussée poussent à ne pas rouler à contresens au ras des portières. (Google Street View)

Tracer une bande cyclable à contresens est a priori peu pertinent dans une rue avec moins de 2 000 véhicules/jour, d'autant que cette bande n'autorise plus à rouler à contresens au centre de la chaussée ou à plusieurs de front. Cela peut néanmoins faire sens en amorce de carrefour et lorsque le trafic a tendance à dépasser les 2 000 véhicules/jour. Cela nécessite alors une largeur de chaussée importante : au moins 5,50 m en cas de stationnement le long de la bande (0,70 m pour les portières, 1,80 m minimum pour la bande, 3,00 m pour la chaussée).

La protection du contresens (transformé en piste) ne fait sens que pour une rue avec un trafic motorisé significatif, à condition de préserver une largeur de chaussée d'au moins 3,85 m pour le sens général, permettant aux vélos de ne pas subir des dépassements rasants. Ce principe d'aménagement est insatisfaisant par nature, puisqu'il mélange les vélos et un flux motorisé trop important dans le sens général. C'est également un aménagement gourmand en espace, au détriment des espaces piétons et de la vie locale. La solution passe, à nouveau,

par le plan de circulation, pour réduire le trafic motorisé et permettre de se passer d'aménagement pour les deux sens.



▲ Paris 10^e, rue du Château d'Eau : la piste cyclable favorise la prise en contresens de la rue. Mais c'est une mauvaise réponse (piste étroite et souvent encombrée qui empêche d'élargir les trottoirs) à un vrai problème (trop de voitures). (Paris en Selle)



▲ Utrecht (Pays-Bas), Voorstraat : la piste en contresens (photo 2018) ne sécurise qu'un seul sens, laissant les vélos dans le sens général cohabiter avec un trafic significatif, dont de nombreux bus. La création d'une vélorue en 2019 (photo-montage), grâce à un trafic motorisé diminué (changement d'itinéraires des bus et nouveau plan de circulation), permet d'améliorer la sécurité et le confort des vélos dans le sens général et d'élargir les trottoirs. (Google Street View et utrecht.nl)



▲ Montreuil, rue Michelet : la protection du contre sens par des modules plastiques est mal vécue par les cyclistes dans le sens général, pressés par des automobilistes qui n'osent plus dépasser. Certains vélos en arrivent à rouler dans la bande à contresens. Moins de trafic, et donc un moindre besoin de protection, serait la réponse adaptée. (Paris en Selle)

En cas de stationnement unilatéral, le choix du côté du stationnement ne va pas de soi, avec de multiples paramètres à prendre en compte. Nous proposons les choix suivants :

Chaussée	Côté du stationnement
≤ 3,50 m ou dénivelé	Côté sens général
> 3,50 m	Côté contresens

Le stationnement côté sens général est surtout adapté aux chaussées étroites ou à dénivelé.

Dans cette configuration, il y a un risque d'emportierage dans le sens général, mais pas de prise en sandwich à contresens entre le stationnement et la circulation motorisée. Il convient néanmoins de prendre en compte l'état du caniveau dans lequel le vélo à contresens pourrait être obligé de circuler pour croiser un flux motorisé, ainsi que la présence de potelets ou de barrières le long du trottoir. Cette configuration favorise la prise à contresens de chaussées étroites (3,50 m ou moins) où croiser des véhicules

motorisés peut être compliqué. Dans le sens général, il est plus facile pour un vélo de ne pas serrer sa droite et de s'éloigner des portières quand la chaussée est étroite, car la pression des automobilistes pour dépasser est moindre. Dans le cas où un vélo souhaite laisser passer un véhicule motorisé trop pressant, le stationnement à droite améliore les distances de sécurité (la voiture peut se déporter totalement à gauche).



▲ Paris 13^e, rue de la Colonie : la chaussée hors stationnement mesure 3,50 m. Les vélos à contresens croisent les véhicules motorisés sans frôler de véhicules stationnés, mais ils sont contraints de rouler dans le caniveau au ras des barrières ou des potelets. (Paris en Selle)

Le stationnement côté sens général est aussi la configuration optimale pour une rue avec du dénivelé. Si la rue monte, cela favorise les dépassements motorisés du vélo plus lent qui grimpe, tandis que la descente à contresens, avec de la vitesse, se fait sans risque d'emportierage quand le vélo se déporte à droite pour croiser une voiture. Si la rue descend, le vélo peut s'éloigner des portières à sa droite sans la pression des voitures derrière lui puisqu'il peut prendre de la vitesse, tandis que le contresens montant avec un vélo lent qui croise une voiture plus rapide est facilité (pas de prise en sandwich avec le stationnement).



▲ Paris 13^e, rue de l'Espérance : l'absence de stationnement le long du contresens cyclable est un élément rassurant pour les vélos qui l'empruntent en descendant de la Butte aux Cailles. Dans le sens général, les vélos grimpent lentement, ce qui réduit le risque d'emporiage, et les véhicules motorisés sont moins tentés d'opérer un dépassement rasant car ils peuvent se déporter complètement à gauche. (Paris en Selle)

À l'inverse, le stationnement côté contresens cyclable est idéal pour des chaussées un peu plus larges (plus de 3,50 m).

Le confort est réduit pour les vélos à contresens, mais la largeur de la chaussée limite la sensation de prise en sandwich entre le stationnement et le trafic motorisé. Les vélos à contresens n'ont pas à se préoccuper de l'état du caniveau et leur exposition au risque d'emporiage demeure

faible (portière passager peu utilisée et dans le sens de la fermeture). Dans le sens général, le risque d'emporiage est supprimé alors que les vélos sont souvent incités à rouler à droite pour laisser passer des voitures qui ont davantage la place de doubler avec un profil de chaussée large. C'est aussi la configuration à favoriser en cas de bande cyclable à contresens afin de limiter le risque de stationnement sauvage (moins fréquent en double file).



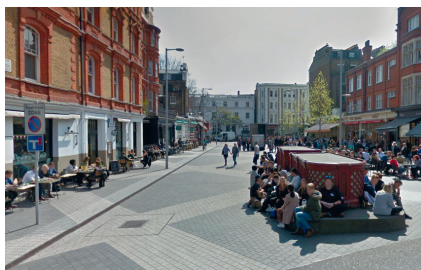
▲ Paris 11^e, rue Amelot : le stationnement côté contresens est la configuration idéale pour une chaussée large (plus de 5,00 m ici) avec ou sans bande cyclable à contre sens. Dans cet exemple, il est toutefois regrettable que les pictogrammes collent aux portières. (Google Street View)

UN COMPLÉMENT ET NON UN SUBSTITUT À LA RÉDUCTION DU TRAFIC MOTORISÉ

Des mesures de réduction de la vitesse sont un complément à la réduction du trafic motorisé. Elles ne doivent en aucun cas être considérées comme un substitut. La réalisation d'«espaces partagés» (*shared spaces*) sans réduction du trafic a toujours donné des résultats médiocres pour les piétons et les vélos, en dépit d'une accidentologie qui baisse (effet mécanique de la réduction de vitesse). Quand les voitures sont nombreuses, elles prennent possession de l'espace, quelle que soit leur vitesse. L'espace n'a alors plus rien de partagé.



▲ Londres (Royaume-Uni), Exhibition road : un *shared space* qui abolit la distinction entre la chaussée et le trottoir, mais conserve le même trafic qu'auparavant (15 000 véhicules par jour). C'est beaucoup plus joli mais toujours très hostile au vélo. (Google Street View)



▲ Londres (Royaume-Uni), Exhibition road : la même rue, le même principe d'aménagement unifié, mais un plan de circulation qui implique un trafic motorisé uniquement local sur ce tronçon. L'espace devient alors vraiment partagé. (Google Street View)



AXES AVEC PISTES CYCLABLES

Des pistes cyclables (séparation physique) sont nécessaires dès que le trafic motorisé est important (plus de 2 000 véhicules/jour). Il s'agit d'aménagements lourds (travaux de voirie) et plus coûteux que de la peinture (plus de 200 000 €/km), à créer sur les axes de transit où la solution de l'apaisement n'est pas pertinente à appliquer.

SECTIONS COURANTES

ÉVITER : BANDES CYCLABLES, VOIES BUS, CONTRE-ALLÉES

BANDES CYCLABLES

La bande cyclable ne sépare qu'avec de la peinture. Elle ne procure pas un sentiment de sécurité satisfaisant pour le plus grand nombre et elle expose davantage à la pollution qu'une piste plus éloignée du trafic. Elle est très difficile à faire respecter en milieu urbain dense (stationnement sauvage et circulation de deux-roues motorisés). La présence de stationnement latéral peut réduire le risque de stationnement sauvage (stationnement en double file moins fréquent) mais il comporte un risque d'emportierage et des conflits lors des manœuvres d'entrée et sortie du stationnement.



▲ Lyon, cours Charlemagne : la fausse bonne idée de surélever la bande (qui devient techniquement une piste) entre la chaussée et le stationnement pour améliorer le sentiment de séparation : un piège implacable au moindre véhicule arrêté ou à la moindre portière ouverte. (Google Street View)

La bande cyclable est une solution considérée comme sous-optimale aux Pays-Bas et au Danemark. Elle correspond à des aménagements souvent anciens (années 1980 ou 1990) et transitoires sur des axes généralement circulés par moins de 5 000 véhicules/jour (trafic moyen). Elles tendent à être remplacées par des pistes cyclables ou sont accompagnées par des mesures de limitation du transit motorisé (vélorue).

◀ Assen (Pays-Bas), Thorbeckelaan : toute bande cyclable, quelle que soit sa largeur, est sujette au stationnement sauvage, poussant les vélos à des manœuvres dangereuses ou à rouler sur le trottoir. (Google Street View)

Une largeur significative peut néanmoins améliorer le confort et la sécurité. Les Néerlandais recommandent des bandes cyclables d'au moins 2,10 m (marquage de 0,30 m inclus), et de ne pas descendre à moins de 1,80 m (marquage inclus), pour limiter le risque de dépassement rasant, notamment par des poids-lourds, et faciliter le dépassement d'un vélo par un autre sans avoir à s'insérer sur la chaussée. En dessous, les véhicules motorisés ont tendance à se reposer sur le marquage et à ne pas laisser une distance de sécurité suffisante. En cas de profil très contraint, il est conseillé de réduire la chaussée motorisée de 5,80 m (deux poids-lourds se croisent sans risque de déborder sur les bandes), jusqu'à 4,80 m (deux voitures se croisent sans risque de déborder sur les bandes).

Pour limiter le risque d'emportierage (ouverture de portière), une zone tampon mettant les vélos à au moins 0,70 m des portières doit être prévue.



▲ Assen (Pays-Bas), Thorbeckelaan : une bande cyclable en enrobé rouge de 2,10 m de large (dont 0,10 m de marquage) avec une surlargeur de 0,70 m en pavés le long des espaces de stationnement motorisé. Elle reste moins sécurisante que la piste cyclable dans l'autre sens. (Google Street View)

Par ailleurs, les bandes cyclables s'interrompent au niveau des arrêts des bus, et ne constituent pas un facteur d'apaisement de la circulation motorisée car elles créent une forme de surlargeur qui éloigne les voitures du trottoir ou du stationnement.



▲ Paris 4^e, boulevard Henri IV : la bande s'interrompt au niveau de l'arrêt de bus, obligeant les vélos à attendre derrière le bus ou à s'insérer dans la circulation générale. (Paris en Selle)

La bande de présélection interfile (bande cyclable au milieu de files motorisées) est à bannir absolument, tant cet aménagement est anxiogène et accidentogène (cisaillement).



▲ Paris 5^e, boulevard Saint-Germain : les vélos rejoignant le pont de Sully doivent couper deux files de circulation pour rejoindre la bande de présélection étroite, coincée au milieu du trafic, et par ailleurs formidablement peu respectée aux heures de pointe. (Google Street View)

De même, une bande cyclable n'a rien à faire à gauche de la circulation générale.



▲ Montrouge, avenue Henri Ginoux : cette bande cyclable à gauche fut d'abord une bande cyclable à droite puis un contresens cyclable, ce qu'elle aurait mieux fait de rester, malgré le risque de stationnement sauvage. (Google Street View)

VOIES BUS

Une voie bus n'est pas un aménagement cyclable. Faire cohabiter des vélos et des bus (et de nombreux taxis à Paris) roulant jusqu'à 50 km/h génère un fort sentiment d'insécurité. Les dépassements incessants entre bus et vélos sont pénibles et stressants pour les vélos (même avec une voie bus large), mais aussi pour les conducteurs de bus et les passagers (bus ralenti entre deux arrêts par les vélos). De plus, les voies bus sont soumises aux mêmes problèmes d'invasion que les bandes cyclables (motos, scooters, livraisons...).



▲ Paris 10^e, rue La Fayette : la cohabitation inopérante dans un couloir bus avec séparateur, ouverte aux vélos, aux taxis et aux livraisons. (Paris en Selle)



▲ Paris 2^e, rue du Quatre-Septembre : une voie bus non protégée, constamment stationnée pour des livraisons ou des arrêts minute. (Paris en Selle)

Mélanger des modes lourds (bus) avec des vélos n'est pas souhaitable dans une ville cyclable : cette configuration est fortement déconseillée aux Pays-Bas et au Danemark.



▲ Utrecht (Pays-Bas), Lange Vijstraat : les vélos disposent de pistes cyclables de chaque côté du site propre réservé aux bus dans le centre de la ville. (Google Street View)

L'ouverture des voies bus aux vélos n'en reste pas moins indispensable sur des axes qui ne disposent pas d'aménagements cyclables de qualité. Circuler dans une voie bus plutôt que sur la chaussée générale est beaucoup plus sécurisant. De plus, les vélos ne doivent pas être contraints d'emprunter un aménagement cyclable inefficace voire dangereux, plutôt que la voie bus. Mais il ne peut s'agir que de situations transitoires qui doivent être résolues par la création (ou l'amélioration) d'aménagements cyclables séparés.



▲ Paris 10^e, place de la République : la partie nord de la place est ouverte à la circulation des bus, vélos et taxis avec une chaussée à double sens. La cohabitation se passe *relativement* bien car il s'agit d'un court linéaire dans une zone piétonne. (Paris en Selle)



▲ Paris 18^e, boulevard Barbès : la voie bus est interdite aux vélos qui sont contraints de rouler dans la circulation générale ou d'emprunter une piste cyclable sur trottoir très étroite et constamment bouchée par des piétons qui déambulent dessus. Cette situation étant amenée à durer, il est souhaitable d'ouvrir la voie bus aux vélos. (Paris en Selle)

La cohabitation des bus et des vélos n'est durablement acceptable que dans deux cas de figure bien particuliers :

- avec des bus fréquents, uniquement sur un court linéaire interdit à la circulation motorisée générale (ZTL ou zone piétonne),
- avec des bus peu fréquents, dans des rues apaisées à faible trafic (voir section précédente), où il n'y a ni la place de séparer les bus des vélos, ni la possibilité de dévier l'itinéraire du bus.

CONTRE-ALLÉES

La contre-allée ne remplace pas un aménagement cyclable sur un axe principal, surtout quand elle accueille des fonctions qui peuvent gêner les vélos (arrêts minute, livraison, itinéraire malin en cas de bouchon). Les vélos doivent bénéficier d'une piste cyclable entre la chaussée et la contre-allée ou entre la contre-allée et le trottoir, en fonction des croisements avec les accès de la contre-allée.

De façon générale, doubler la chaussée principale d'une seconde chaussée dédiée essentiellement au stationnement motorisé n'a rien de souhaitable dans une ville qui cherche à rééquilibrer l'espace public au profit des piétons et des vélos.



▲ Paris 14^e, avenue Denfert-Rochereau : une contre-allée accueille tout ce qui gênerait la chaussée principale, ce qui nuit à l'efficacité de l'itinéraire cyclable. (Paris en Selle)



▲ Bois-le-Duc (Pays-Bas), Graafseweg : la piste se transforme en contre-allée, à laquelle les voitures accèdent par un trottoir traversant en perdant toute priorité : les voitures entrent dans le domaine des vélos. (Google Street View)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Rooseveltlaan : la contre-allée est doublée d'une piste cyclable. (Google Street View)



▲ Bourg-la-Reine, avenue du Général Leclerc : la piste est interrompue par la contre-allée avec un revêtement pavé inconfortable pour les vélos et des pictogrammes incitant à rouler le long des portières : les vélos entrent dans le domaine des voitures (qui n'ont quasiment aucun indice de leur présence éventuelle). (Google Street View)

Si ajouter une piste ou supprimer la contre-allée s'avère impossible, alors l'aménagement doit faire de la contre-allée une rue à trafic strictement local, en empêchant tout itinéraire malin visant à éviter l'encombrement de la chaussée principale. Elle prend alors la forme d'une piste élargie qui autorise des voitures, et non d'une chaussée qui tolère les vélos (au ras de portières), en suivant les principes de la vélorue.

DIMENSIONNEMENT DE LA PISTE

Une piste doit être suffisamment large pour faire cohabiter tous les publics et toutes les pratiques. Elle doit permettre plus particulièrement :

- le dépassement confortable des usagers plus lents, surtout dans un contexte de croissance du vélo à assistance électrique et des trottinettes ;
- les déplacements côte à côte pour favoriser l'accompagnement (parent qui roule à côté de son enfant et non devant ou derrière) et la convivialité (pédaler avec un ami) : le vélo est une activité sociale, et l'infrastructure ne doit pas imposer de se déplacer seul, de même qu'il ne vient à personne l'idée d'imposer aux piétons de marcher en file indienne ;
- l'accueil d'engins plus encombrants qu'un vélo classique, qui peuvent être utilisés pour le transport de biens ou de passagers (vélocargos, tricycles, remorques, engins pour personnes à mobilité réduite...);
- l'absorption de la hausse de fréquentation, notamment aux heures de pointe, générée par le développement d'un réseau cyclable attractif.

Une piste cyclable fonctionnelle prend de la place. Elle ne peut pas être réduite à un simple couloir permettant le passage d'un seul vélo à la fois. On a trop longtemps présenté le vélo comme économe en espace : c'est vrai par rapport aux autres modes de déplacement et au regard au débit voyageur de l'infrastructure (environ 5 200 vélos par heure pour une piste de 2 m), mais cela a été compris comme permettant de caser le vélo facilement après avoir alloué les grandes parts aux modes motorisés.

Sous-dimensionner une piste réduit considérablement son utilité et son utilisation. Bien sûr, une piste étroite pourra rendre service, mais elle limitera surtout le potentiel cyclable d'un axe pour une durée importante. Une piste coûte trop cher pour être dysfonctionnelle dès sa construction.

	Unidirectionnelle	Bidirectionnelle
Largeur idéale	≥ 2,50 m	≥ 4,00 m
Largeur standard	≥ 2,20 m	≥ 3,50 m
Largeur minimale	2,00 m	3,00 m

PISTE UNI-DIRECTIONNELLE

La largeur doit permettre de doubler ou de rouler à deux de front confortablement. Le minimum absolu pour cela est de 2,00 m, 2,20 m étant nettement plus confortables avec des vélocargos et des enfants. La largeur idéale est supérieure à 2,50 m. Une telle largeur peut s'avérer indispensable pour éviter la thrombose aux heures de pointe sur des axes majeurs lorsque la part modale du vélo dépasse les 20 %.



▲ Copenhague (Danemark), Nørrebrogade / Dronning Louises Bro : l'axe le plus circulé à vélo de la ville a fait l'objet d'un élargissement de ses deux pistes unidirectionnelles à 4,00 m afin de faire face à des pics de fréquentation de plus de 35 000 vélos par jour. (Google Street View)

Une piste inférieure à 2,00 m ne permet ni de doubler ni de rouler à deux de front.



▲ Paris 20^e, boulevard de Belleville : la piste de 1,60 m de large (même sans caniveau) force à rouler à la queue leu leu sans pouvoir doubler ou circuler à deux de front. (Paris en Selle)



▲ Rotterdam (Pays-Bas), Weena : la piste de 2,50 m de large permet de doubler un autre vélo ou de rouler à deux de front confortablement, malgré une bordure de trottoir non chanfreinée et un caniveau pavé. (Paris en Selle)

PISTE BI-DIRECTIONNELLE

Une largeur comprise entre 3,50 et 4,00 m selon l'importance de l'axe est privilégiée pour avoir une piste capacitaire et confortable. Un minimum absolu de 3,00 m est indispensable pour permettre à un vélo de croiser deux vélos circulant de front. Un marquage central est apposé

pour bien spécifier le caractère bidirectionnel. Il réduit aussi le risque qu'une voiture ne perçoive la piste comme une route ouverte aux véhicules motorisés.



▲ Paris 18^e, rue d'Aubervilliers : une piste bidirectionnelle de 2,50 m qui ne permet pas à deux vélos d'en laisser passer un troisième dans le sens inverse. (Paris en Selle)



▲ Paris 12^e, boulevard de la Guyane : La piste de 4 m de large permet à deux vélos d'en croiser deux autres. (Paris en Selle)

Certaines contraintes ponctuelles peuvent imposer des pincements (1,60 m pour une piste unidirectionnelle, 2,50 m pour une piste bidirectionnelle) : ces resserrements doivent être évités autant que possible et rester très peu fréquents, au risque de tirer vers le bas le confort et la capacité de la piste en termes de flux.



▲ Paris 11^e, boulevard Voltaire : la piste de 2,00 m de large est pincée à 1,70 m de façon inconfortable pour insérer un refuge de 1,50 m pour la traversée piétonne (Paris en Selle).



▲ Paris 13^e, quai François Mauriac : le pincement de la piste à 2,30 m (près de la moitié de la piste !) au niveau de chaque refuge piéton rend périlleux le croisement de deux vélocargos, alors que la piste mesure 4,00 m en section courante. Ni la chaussée ni le trottoir ne sont pincés. (Paris en Selle)

IMPLANTATION SPATIALE DE LA PISTE

L'implantation d'une piste cyclable essaye de concilier trois objectifs :

- ❶ Assurer un itinéraire cyclable lisible, efficace et confortable.
- ❷ Éloigner au maximum les vélos du trafic motorisé, pour limiter l'exposition à ses nuisances (insécurité, bruit, pollution) et réduire les risques d'envahissement de la piste.
- ❸ Préserver un trottoir confortable (sinon les piétons sont tentés de marcher sur la piste).

UNIDIR OU BIDIR ?

En milieu urbain dense, avec de nombreuses rues transversales, une piste unidirectionnelle de chaque côté de la chaussée est préférable à une piste bidirectionnelle d'un seul côté :

- la bidirectionnelle ne dessert qu'un côté de la rue,
- elle a une accidentologie plus élevée aux intersections avec le trafic motorisé,
- sa connexion au reste du réseau est souvent très compliquée et peut impliquer des traversées de chaussée additionnelles qui font perdre en efficacité.



▲ Lyon, rue Garibaldi: la piste bidirectionnelle ne dessert qu'un seul côté de cette large avenue avec trois files de circulation motorisée et une double voie bus. (Google Street View)

De façon générale, un réseau de pistes unidirectionnelles est plus lisible et moins complexe pour tous les usagers. Il permet aux vélos de circuler logiquement à droite de la chaussée et à gauche du trottoir.

Sur un boulevard large, une piste bidirectionnelle couplée à une unidirectionnelle, ou deux pistes bidirectionnelles (une de chaque côté), peuvent toutefois éviter des traversées pour certains trajets locaux. C'est une solution courante aux Pays-Bas, moins au Danemark, où les bidirectionnelles sont évitées en milieu urbain.

La solution idéale peut donc se formuler ainsi : « une piste de chaque côté », le caractère uni- ou bidirectionnel de chacune des pistes étant défini en fonction du contexte.



▲ Utrecht (Pays-Bas), 't Goylaan : une large avenue avec des pistes bidirectionnelles de chaque côté. (Google Maps)

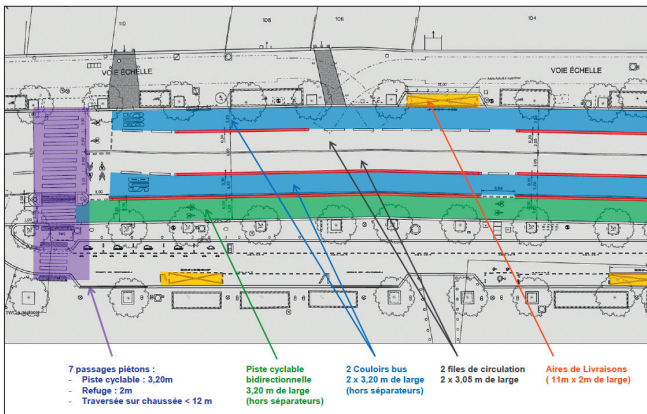
Une piste bidirectionnelle d'un seul côté peut toutefois être préférée dans certains cas :

- en cas de profil de voirie contraint, une piste bidirectionnelle est bien moins gourmande en espace que deux pistes unidirectionnelles : dans l'absolu, il vaut mieux une piste bidirectionnelle large que deux pistes unidirectionnelles étroites,
- une piste bidirectionnelle de 4,00 m peut faire office de voie échelle pour les pompiers (espace libre de 4 m à moins de 8 m des façades des immeubles anciens de plus de deux étages),

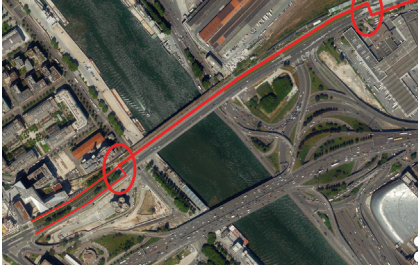
- le long d'une coupure urbaine ou d'une limite (parc, bois, limite d'agglomération, rivière, faisceau ferroviaire, etc.) avec peu d'intersections, une piste bidirectionnelle permet de minimiser les croisements entre flux motorisés et vélos (attention cependant à la desserte des rues transversales de l'autre côté),
- dans une rue avec des bus, une piste bidirectionnelle permet de laisser les quais bus sur le trottoir du côté opposé sans avoir à insérer des îlots gourmands en espace.

La logique de continuité doit prévaloir dans le choix entre unidirectionnelle et bidirectionnelle pour éviter le basculement pénible entre les deux solutions. Une même solution doit s'appliquer sur l'ensemble de l'axe, ou au moins sur un linéaire suffisamment important pour que l'aménagement soit crédible et utile.

- ▼ **Projet de réaménagement de l'avenue du Général Leclerc à Paris :** seule l'option d'une piste bidirectionnelle latérale est compatible avec des voies bus et le maintien du double-sens pour la circulation générale avec conservation des arbres et trottoirs existants. (Ville de Paris)



Les pistes bidirectionnelles «de facilité», choisies uniquement parce qu'elles prennent moins de place, sans prise en compte des continuités du réseau cyclable, sont à rejeter.



▲ Paris 12^e-13^e, pont national : d'ouest en est, la piste unidirectionnelle devient bidirectionnelle, avec deux traversées de la chaussée en moins de 700 m. (IGN Géoportail)

À DROITE, À GAUCHE, AU MILIEU ?

Une piste bidirectionnelle privilégie le côté de la rue qui assure la meilleure connexion avec le réseau existant. Idéalement, il s'agit aussi du côté avec le moins d'intersections, et qui favorise la meilleure insertion aux carrefours importants.

Les pistes bidirectionnelles (ou unidirectionnelles) implantées au milieu de la chaussée sont à bannir. Elles sont anxiogènes et exposent davantage au bruit et à la pollution. Elles sont difficiles d'accès et obligent à traverser la chaussée pour stationner ou accéder aux rues transversales, et la continuité de l'itinéraire cyclable et

ses connexions au reste du réseau sont complexes. Cette implantation n'existe pas aux Pays-Bas ou au Danemark.



▲ Washington DC (États-Unis), Pennsylvania Avenue : la piste bidirectionnelle est implantée au centre d'une avenue avec 8 files de circulation motorisée. (Google Street View)

De même, il est déconseillé d'implanter une piste unidirectionnelle à gauche de la chaussée (le long d'un terre-plein par exemple), pour des raisons de lisibilité et de connectivité au reste du réseau. Une piste cyclable unidirectionnelle est implantée à sa place naturelle : à droite de la chaussée et à gauche du trottoir qu'elle longe.



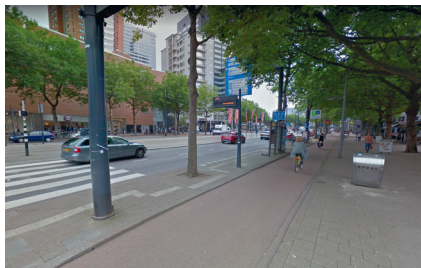
▲ Paris 11^e, boulevard Jules Ferry : les cyclistes roulant à droite sur une bande cyclable doivent traverser la chaussée pour rejoindre la piste cyclable à gauche le long du terre-plein. (Google Street View)

LA SÉPARATION PISTE-CHAUSSÉE

Une piste cyclable se distingue d'une bande cyclable par la présence d'une séparation physique. Cette séparation assure un sentiment de sécurité d'autant plus important que le trafic motorisé se trouve mis à distance. L'éloignement de la piste permet aussi de faire baisser l'exposition au bruit et à la pollution, tout en limitant le risque de stationnement sauvage et de circulation des scooters et motos voulant éviter un bouchon, et il favorise une orthogonalité des croisements aux intersections, facteur de sécurité (voir «Aux intersections»).

Dans l'idéal, la piste se trouve derrière une bande fonctionnelle, la plus large possible, qui assure la séparation chaussée-piste et accueille, selon le contexte :

- du stationnement vélo (et auto éventuellement) et des places de livraison,
- des refuges piétons,
- des quais bus,
- des espaces de stockage pour les traversées des vélos (qui attendent au plus près de la chaussée sans empiéter sur la piste),
- du mobilier urbain divers (feux et panneaux de signalisation, éclairage public...),
- des arbres et de la végétalisation.



▲ Rotterdam (Pays-Bas), Coolsingel : l'espace tampon entre la piste et la chaussée accueille de nombreuses fonctions : refuge piéton, quais et abris bus, arbres, éclairage, mobilier urbain, stationnement vélo... (Google Street View)

Positionner la piste entre le trottoir et le quai bus constitue la configuration optimale pour conserver la continuité de la piste et limiter les risques de conflits avec les usagers qui empruntent le bus.



▲ Paris 11e, boulevard Voltaire : la piste longe le trottoir et passe derrière le quai bus avec abri avec un plateau traversant pour favoriser la traversée piétonne des usagers du bus. (Paris en Selle)



▲ Copenhague (Danemark), Nørrebrogade : la piste cyclable surélevée ne dispose pas d'espace tampon en section courante, mais elle est légèrement déviée au droit de l'arrêt de bus pour permettre la création d'un quai qu'elle contourne. (Google Street View)



▲ Paris 18^e, rue d'Aubervilliers : la piste bidirectionnelle passe entre l'abribus et le quai bus. C'est une configuration moins optimale mais tout à fait acceptable. (Paris en Selle)



▲ Paris 14^e, boulevard Brune : éviter : la piste fait office de quai bus. C'est une configuration qu'on trouve au Danemark pour conserver la continuité de la piste dans des situations contraintes. Les vélos doivent patienter quand les passagers débarquent et embarquent. Plus accidentogène, son bon fonctionnement repose sur l'hypothèse d'un respect systématique des usagers plutôt que sur l'aménagement. (Paris en Selle)

Une séparation idéale est une bande fonctionnelle d'au moins 2,50 m de large.

En dessous de 2,30 m, l'espace tampon entre la piste et la chaussée ne peut plus accueillir de quais bus avec abribus ou de stationnement motorisé. À la largeur du stationnement (1,80 m minimum) s'ajoute en effet une zone tampon d'au moins 50 cm pour limiter le risque d'emportière et les conflits avec les passagers.

En dessous d'1,50 m, l'espace tampon ne peut plus accueillir de quais bus même sans abribus ou de refuges piéton (normes minimales pour les personnes à mobilité réduite). La zone d'attente des piétons pour la traversée doit donc prendre place sur le trottoir et non entre la piste et la chaussée. En dessous de 0,80 m, il devient difficile d'implanter de la signalisation et du mobilier. Dans les cas où l'espace manque vraiment, l'espace tampon peut être réduit à un simple séparateur en dur de 20 cm de large au moins.

Dans les cas les plus contraints, il peut être envisagé de créer une piste surélevée, avec une simple différence de niveau entre la chaussée et la piste. Cette solution optimise au maximum l'espace disponible mais nécessite un traitement particulièrement doux des abaissements de la piste au droit des traversées piétonnes et des entrées charretières. C'est le standard à Copenhague, avec une piste simplement à mi-niveau. À moins de surélever fortement la piste, ce modèle semble néanmoins difficile à importer dans des villes où le stationnement sauvage est très fréquent.



▲ Paris 10^e, rue La Fayette : la piste est implantée à la danoise à mi-niveau avec une hauteur de 14 cm qui s'abaisse au droit des entrées d'immeubles. Ces bateaux non protégés par des potelets exposent la piste au stationnement sauvage. (Google Street View)

D'une manière générale, il faut rechercher autant que possible à disposer d'un espace tampon important entre la piste et la chaussée, cet espace fonctionnel se révélant utile à chaque croisement, passage piéton, carrefour, etc. Cet espace tampon est encore plus important pour une piste bidirectionnelle afin d'assurer un bon sentiment de séparation et d'offrir des zones de stockage pour traverser la chaussée. Les bonnes pratiques aux Pays-Bas commandent de viser au minimum le mètre.



▲ Assen (Pays-Bas), Het Kanaal : un espace tampon d'au moins 1,00 m assure un meilleur confort sur une piste bidirectionnelle où des vélos longent une chaussée avec des véhicules motorisés qui circulent en sens inverse. Cet espace permet aussi d'implanter du mobilier et de la signalisation, et d'aménager un rampant pour les accès motorisés transversaux. (Google Street View)

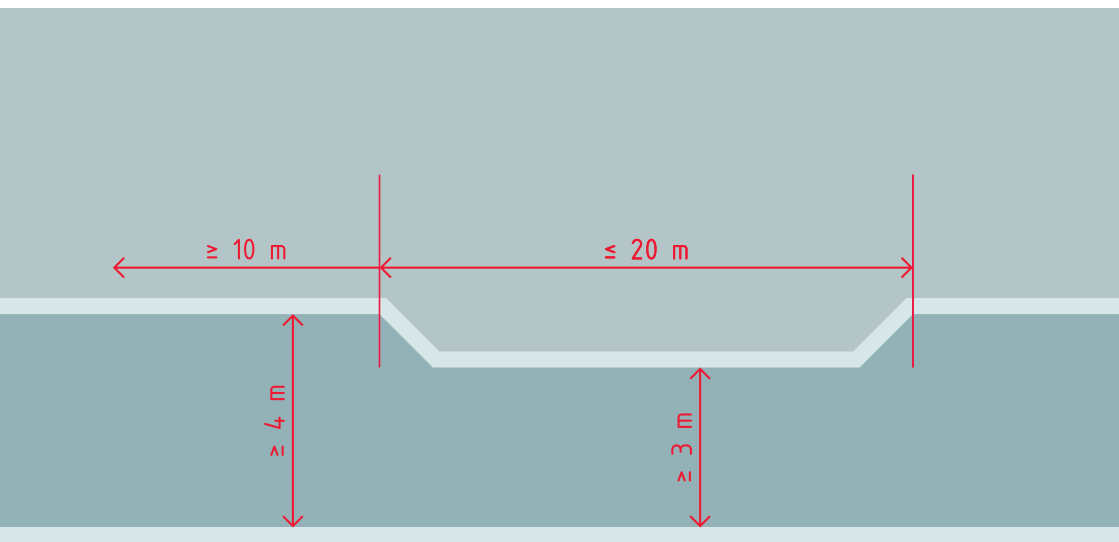
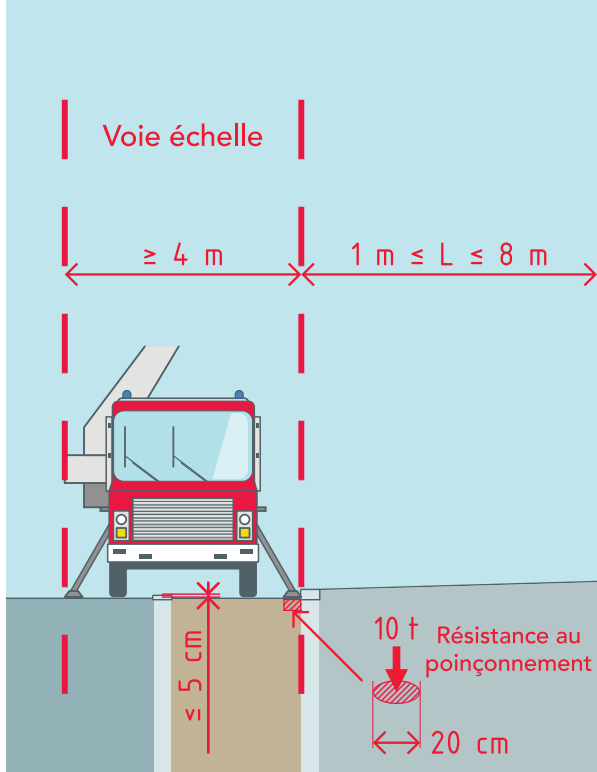
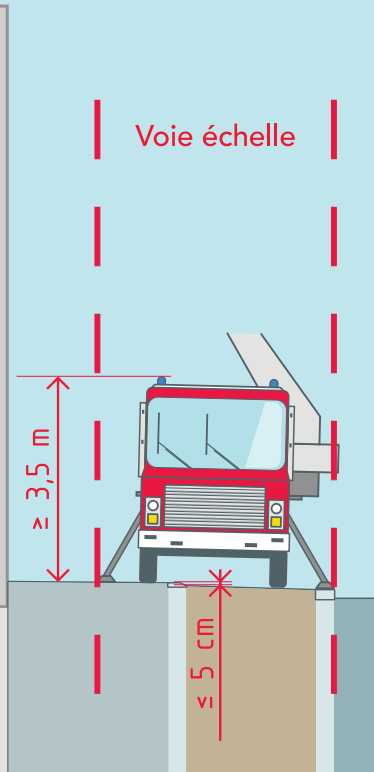
NORMES POMPIERS

Le positionnement de la piste doit respecter les normes d'accessibilité des pompiers. Dès qu'une rue est bordée d'immeubles anciens de plus de deux étages (plancher bas du dernier étage situé à plus de 8 m du sol), une «voie échelle» de 4,00 m de large devient obligatoire. Cette norme ne s'applique pas aux immeubles récents ou de plus de 7 étages, qui doivent disposer de systèmes de désenfumage.

La voie échelle est très contraignante pour l'implantation des pistes cyclables, puisqu'elle doit se situer à moins de 8 m des façades (et à plus d'1 m de celles-ci). Elle doit être libre jusqu'à 3,5 m de haut et résistante au poids des camions. Une différence de niveau du sol de 5 cm maximum est tolérée, de même que quelques potelets sécables ou amovibles.

Une voie échelle mesure au minimum 10 m de long, mais il est possible d'y déroger sur 20 m avec une voie réduite à 3,00 m de large.

Ces normes s'appliquent quasiment partout dans une ville dense au bâti ancien comme Paris, avec plusieurs cas de figure pour positionner la voie échelle par rapport à la piste :



	Conditions de largeur	Principales contraintes	Avis
Voie échelle sur chaussée	Le trottoir, la piste et son séparateur doivent tenir sur une bande de 8 m maximum	Trottoir de largeur modeste et/ou Espace tampon réduit entre la piste et la chaussée (pas de stationnement auto possible)	Solution la plus simple mais à réserver à des rues sans pression piétonne importante
Voie échelle sur trottoir	Le trottoir doit faire au moins 5 m de large, avec 4 m sans aucun obstacle (pas d'arbres, pas de bancs, seuls quelques potelets sont tolérés).	Trottoir large uniquement Peut impliquer de refaire le trottoir pour le renforcer, celui-ci devant être très résistant au poinçonnage (10 tonnes sur une surface circulaire de 20 cm de diamètre)	Solution idéale mais difficile à mettre en œuvre hors des grandes avenues
Voie échelle sur piste	La piste doit faire 4,00 m de large et le trottoir pas plus de 8 m		Solution acceptable mais qui peut inciter à créer des pistes bidirectionnelles « de facilité » peu pertinentes pour le réseau
Voie échelle à cheval sur la piste et le trottoir	Ensemble trottoir + piste d'au moins 5 m	La différence de niveau entre la piste et le trottoir ne doit pas excéder 5 cm	Solution satisfaisante à promouvoir
Voie échelle à cheval sur la piste et la chaussée	Trottoir de moins de 8 m	Le séparateur entre la piste et la chaussée ne peut pas excéder 5 cm de hauteur	Solution à éviter : piste mal protégée contre les intrusions motorisées

FACE AUX CONTRAINTES, TRIER LES SOLUTIONS, FAIRE DES CHOIX

Dans le monde réel, les pistes cyclables du monde idéal (unidirectionnelles, larges, de chaque côté, bien séparées de la chaussée) rencontrent souvent des obstacles.

Certains de ces obstacles relèvent de règlements nationaux voire européens, qui s'imposent aux aménageurs locaux. On retrouve ici les normes d'accessibilité pour les pompiers ou les personnes à mobilité réduite, mais aussi les prescriptions du STRMTG (Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés), qui contrôle tous les aménagements en lien avec un tramway, ou les avis des ABF (Architectes des bâtiments de France), dont les orientations en matière de conservation du patrimoine peuvent être contraignantes, notamment à Paris (conserver la symétrie de la rue, l'alignement des trottoirs ou le revêtement pavé).

La plupart des autres obstacles relèvent de facteurs politiques plus locaux : ne pas toucher à l'écoulement des eaux (raisons budgétaires), maintenir le fonctionnement d'un marché, garder inchangé l'itinéraire d'un bus ou ses voies dédiées, préserver les arbres existants... Lever ces contraintes dépend du poids politique et budgétaire que les élus accordent au vélo. Couper et replanter des arbres pour dessiner des pistes cyclables est par exemple

courant aux Pays-Bas, beaucoup moins en France où ce remodelage est réservé à des projets urbanistiques jugés plus importants (logements, tramway).

Le principal obstacle à la création de pistes cyclables de qualité demeure toutefois, et de loin, la volonté politique de préserver la place de la voiture (circulation, stationnement). En règle générale, c'est le maire qui dispose du pouvoir de police de la circulation, avec souvent des réticences à bouleverser les habitudes des automobilistes, d'où l'importance de la mobilisation de la société civile pour défendre une ville cyclable qui améliore le cadre de vie.

Mais le maire n'est pas le seul acteur. À Paris, la préfecture de police (donc l'État) dispose d'un droit de veto sur l'évolution de certains axes dits essentiels. L'État a également la main sur ce qui reste du réseau national, tandis que les départements ou les intercommunalités financent et aménagent les voiries qui relèvent de leurs compétences. Enfin, les acteurs du transport public (autorité organisatrice et opérateur) peuvent avoir leur mot à dire s'ils considèrent qu'un aménagement cyclable affecte la circulation des bus.



▲ Paris 15^e, boulevard Lefebvre : la station tramway réduit l'espace disponible, et la décision a été prise de sacrifier la piste pour conserver deux files motorisées et un large trottoir. (Google Street View)



▲ Paris 11^e, boulevard Voltaire : le boulevard en 2015, avec stationnement bilatéral et deux files de circulation non marquées. La création de pistes cyclables a été permise par le passage du boulevard à 2×1 voie. (Google Street View)



▲ Wageningen (Pays-Bas), Churchillweg : la rue se resserre et la décision a été prise de conserver la piste cyclable en réduisant la chaussée, avec une écluse pour le trafic de transit motorisé. (Google Street View)

Créer des pistes cyclables implique presque toujours de reprendre de l'espace à la voiture, soit en supprimant du stationnement, soit en rétrécissant les files de circulation, soit en supprimant des files ou un sens de circulation. Passer de 2×2 à 2×1 voie s'impose tout particulièrement lorsque les deux files ne servent que pour le stockage aux feux (files étroites et non marquées en dessous de 5,80 m), ou écoulent un trafic équivalent à une seule voie (entre 600 et 1 000 véhicules/heure en milieu urbain dense).

Lorsque le trafic est plus dense, réduire la place de la voiture demeure possible, grâce aux phénomènes de report (passage par un autre itinéraire), de report modal (de la voiture vers les transports en commun ou le vélo), et d'évaporation (les automobilistes adaptent leurs horaires, ou renoncent à certains déplacements) : diminuer l'offre (la capacité de la route, le nombre de places de stationnement) diminue la demande de déplacements automobiles. Dans une ville comme Paris, la suppression de files de circulation et de places de stationnement a participé à faire baisser la circulation motorisée de plus de 30 % entre 2001 et 2015.

Dans certains cas, il peut être acceptable de rogner sur le trottoir, s'il est large et peu fréquenté. La pertinence de certaines voies bus peut aussi être interrogée : certaines sont trop étroites pour permettre à un bus de remonter un bouchon (la voie bus n'est utile qu'aux voitures pour doubler le bus à l'arrêt), tandis que d'autres sont constamment encombrées. Enfin, si le trafic motorisé prévu est modéré, peut-être ces voies dédiées ne sont-elles pas nécessaires,

alors qu'elles consomment beaucoup d'espace et aggravent le caractère routier d'une rue.



▲ Paris 9^e, rue du Faubourg Montmartre : une voie bus souvent encombrée et inutilisable qui consomme beaucoup d'espace au détriment des trottoirs et d'un contresens cyclable. (Google Street View)

Face à une contrainte d'espace indépassable, la meilleure solution consiste souvent à modifier le plan de circulation pour ne plus avoir besoin de faire de pistes. Cela permet de maintenir l'accès motorisé pour les riverains ou de conserver le fonctionnement d'une ligne de bus, sans négliger le vélo.

Sacrifier la largeur de la piste n'est jamais acceptable. Parfois, faire le choix d'une piste bidirectionnelle unique, moins gourmande en espace et pouvant faire office de voie échelle, permet de s'en sortir. Attention néanmoins à la bidirectionnelle «de facilité», qui est à rejeter car elle ne fait pas sens en termes de linéaire ou de connexion au reste du réseau.

Les bandes cyclables constituent une dernière option. Elles sont en principe à éviter, mais demeurent préférables à des pistes cyclables dysfonctionnelles, à condition d'être suffisamment larges et respectées. Notons que cette dernière condition est rarement remplie à

Paris et proche banlieue (circulation de deux-roues motorisés, stationnement sauvage...). À défaut de pistes, les bandes les plus pertinentes concernent des contresens cyclables dans des rues qui manquent d'apaisement afin de supprimer des détours pénibles.



▲ Paris 5^e, rue Buffon : la bande à contresens évite un long détour. Par rapport à une piste (impliquant la suppression du stationnement et des élargissements de trottoir), elle permet d'avoir une chaussée compatible avec la voie échelle pompiers qui limite le risque de dépassement rasant dans le sens général (7 000 véhicules/jour). Le stationnement illicite est rare dans cette rue. (Google Street View)

Dans tous les cas, la priorité des priorités est de pousser vers un aménagement qui ne verrouille pas l'avenir, en limitant ou en positionnant habilement les éléments les plus difficiles à bouger par la suite, que sont les arbres, les piles d'un pont et les accès de souterrains (escalier ou ascenseur du métro, trémie de parking, etc.), ainsi que certaines installations techniques (bouches d'aération).



▲ Neuilly-sur-Seine, avenue de Madrid : l'implantation des nouveaux alignements d'arbres et des accès au parking souterrain flambant neuf entrave durablement l'évolution future de la rue. (Google Street View)

Pour être clair : mieux vaut un projet sans pistes cyclables mais *facile techniquement à faire évoluer* qu'un projet avec de mauvaises pistes très difficiles à reconfigurer.

▼ Paris 18^e, boulevard Magenta : la création d'un second alignement d'arbres à gauche de la piste hypothétique toute perspective d'amélioration de la piste cyclable, qui pêche avant tout par son étroitesse extrême (1,20 m de largeur) et sa proximité avec un trottoir trop exigu pour la pression piétonne du quartier. (Google Street View)



IMPLÉMENTATION : COMMENT RÉALISER LA PISTE ?

Une fois le positionnement de la piste défini (l'implantation), il est nécessaire de définir la façon dont cette piste cyclable va être réalisée (l'implémentation). Il s'agit notamment de la manière dont elle se distingue ou se raccorde à la chaussée et au trottoir.

UN TROISIÈME DOMAINE DE VOIRIE POUR LA PISTE

Les aménageurs français ont l'habitude de ne considérer que deux domaines de voirie : la chaussée et le trottoir, délimités par une bordure de trottoir et un fil d'eau (caniveau). La chaussée ne croise aucun fil d'eau et elle est le domaine de voirie dominant : le trottoir s'interrompt à chaque fois qu'il croise la chaussée.

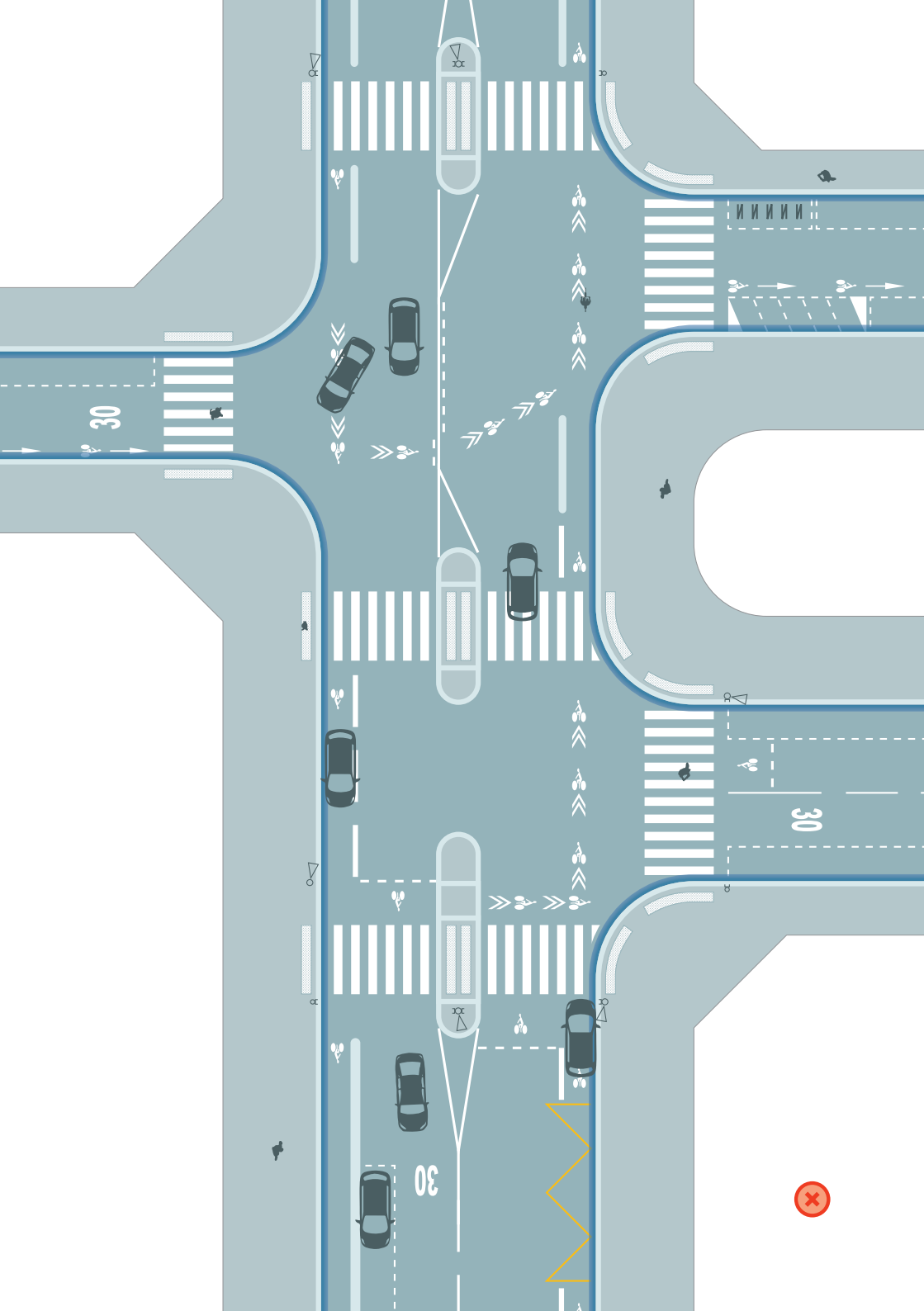
Se restreindre à deux domaines de voirie implique de mettre la piste cyclable soit sur la chaussée, soit sur le trottoir, ce qui est insatisfaisant dans les deux cas : sur chaussée, la piste perd en séparation ; sur trottoir, elle perd en efficacité.

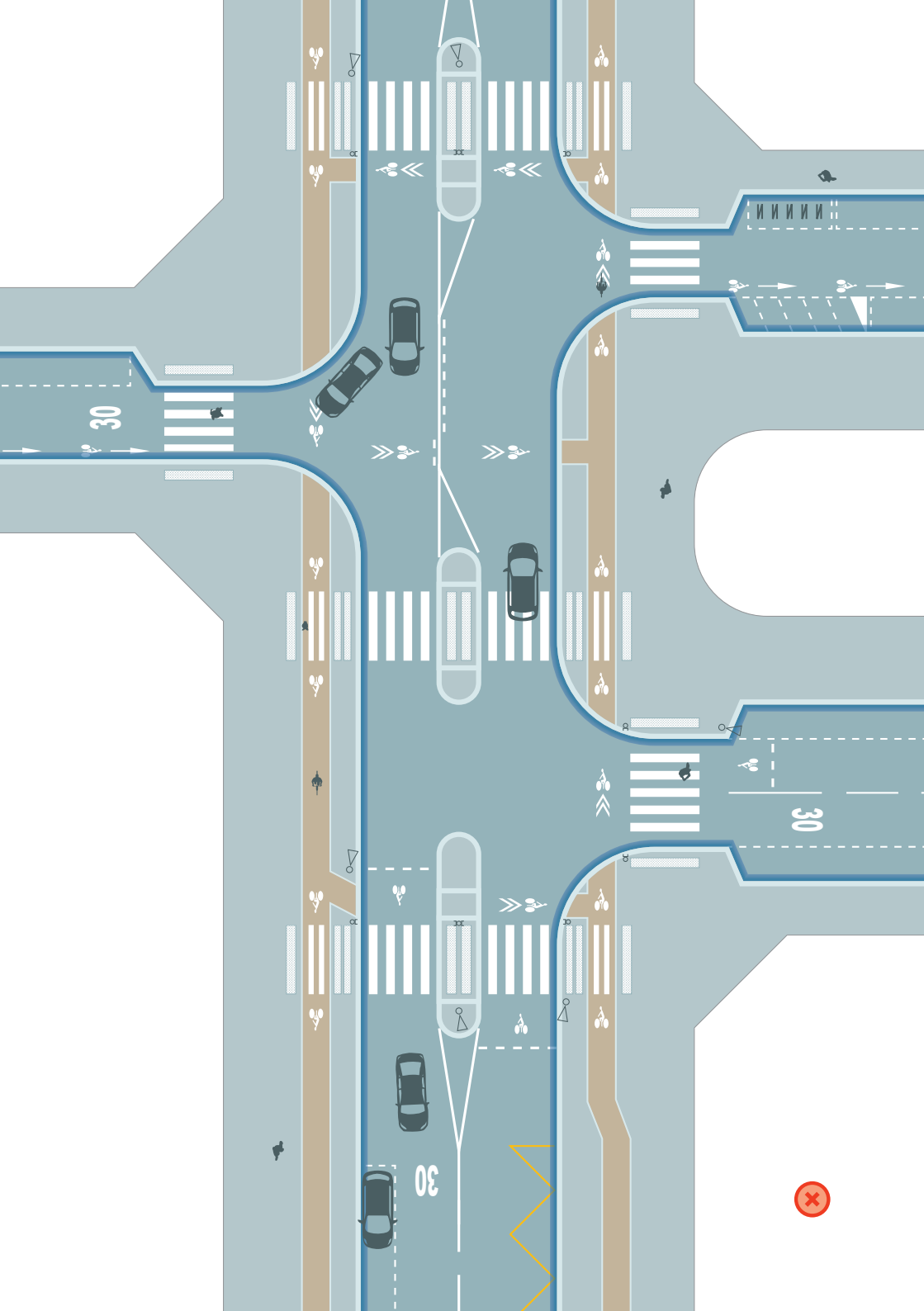
► SCHÉMA PAGE 80

Piste sur chaussée : le degré de séparation est minimale, avec de fréquentes interruptions du séparateur (arrêts de bus, accès au sas vélo...), qui rendent le cheminement cyclable vulnérable au stationnement sauvage. Les vélos se conforment aux feux de la circulation générale et attendent au rouge avant le passage piéton, ce qui rallonge les carrefours. Ils restent collés à la circulation générale dans le carrefour, dans l'angle mort des véhicules tournant à droite. En revanche, Les vélos ne croisent jamais le fil d'eau (en bleu) ou des bordures et bénéficient en principe du même confort de roulement que les voitures.

► SCHÉMA PAGE 81

Piste sur trottoir : la séparation est meilleure en section courante, et aux intersections car les vélos peuvent avancer au-delà du feu motorisé. Le croisement des véhicules tournants se fait davantage à angle droit. En revanche, le confort est amoindri car la piste franchit la bordure du trottoir et le fil d'eau à chaque intersection, en subissant les dévers de la chaussée. La priorité de la piste vis-à-vis des tourne-à-droite motorisés n'a rien d'évidente visuellement, puisque ce sont les véhicules motorisés qui ont un domaine de voirie continu, et non la piste. Cette implémentation participe à diffuser l'idée que les pistes sont inefficaces voire dangereuses, et qu'elles prennent de l'espace aux piétons.





Aux Pays-Bas ou au Danemark, la piste cyclable constitue un troisième domaine, distinct de la chaussée et du trottoir. Ce troisième domaine dispose de son propre revêtement (de couleur rouge aux Pays-Bas). Surtout, il ne croise aucune bordure de trottoir (même à niveau), et évite les fils de l'eau (caniveaux), avec parfois un double écoulement des eaux (pour la piste et pour la chaussée). Ainsi la piste conserve son confort et sa lisibilité.



▲ Copenhague (Danemark), Gothersgade : la piste dispose de son propre domaine à mi-niveau avant de rejoindre la chaussée aux intersections principales, sans croiser de bordure. La chaussée et la piste ont chacune leur fil de l'eau. (Google Street View)

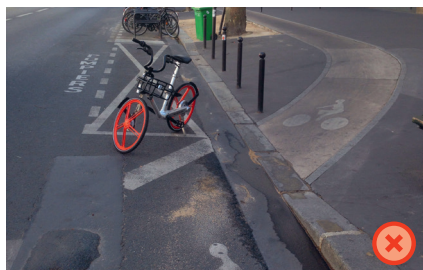


▲ Utrecht (Pays-Bas), Vleutenseweg : le cheminement cyclable en enrobé rouge dispose de son propre domaine de voirie, qui n'est ni le trottoir ni la chaussée. Comme le trafic motorisé, les vélos n'ont pas à franchir de caniveau ou des bordures. (Google Street View)

En se restreignant à deux domaines de voirie, il est impossible de maximiser à la fois la séparation et l'efficacité. Dans le cas d'une piste sur trottoir, le basculement, inévitable, d'un domaine à l'autre, est nécessairement peu lisible et peu confortable.

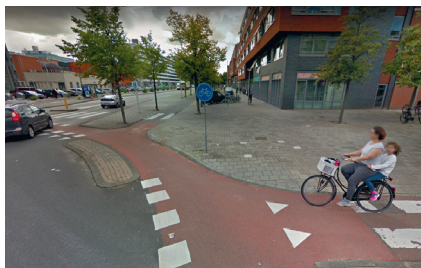


▲ Paris 11^e, place Léon Blum : la piste cyclable circulaire de la place franchit de nombreuses bordures de trottoir, avec un cheminement qui n'a rien de naturel depuis la piste sur chaussée du boulevard Voltaire : la continuité est brisée visuellement par la bordure, l'absence d'arrondi pour une giration douce, et le revêtement en asphalte identique à celui du trottoir. De nombreux vélos préfèrent continuer tout droit et se mélanger au trafic. (Paris en Selle)



▲ Paris 12^e, boulevard Diderot : le basculement de la piste sur chaussée vers la piste sur trottoir croise la bordure et le fil d'eau avec pas moins de quatre revêtements différents, et des girations serrées. (Paris en Selle)

À l'inverse, un troisième domaine de voirie permet d'optimiser la séparation par rapport à une piste sur chaussée, sans la perte de lisibilité et d'efficacité d'une piste sur trottoir.



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Postjeweg : l'unité du domaine de voirie incite à rester sur la piste plutôt que de couper tout droit : girations douces, revêtement continu sans bordure ni fil d'eau... (Google Street View)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Kon. Wilhelminaplein : le basculement de la chaussée vers la piste se fait naturellement, sans franchissement de bordure de trottoir ou de fil d'eau, avec des girations douces. (Google Street View)

UNE PISTE SÉPARÉE DU TROTTOIR

La piste cyclable et le trottoir sont à différencier par une différence de niveau. L'expérience montre que les piétons restent dans leur domaine, même sur des trottoirs étroits, si ces derniers sont surélevés, mais qu'ils marchent sur la piste (sans même s'en rendre compte) quand elle est quasiment au même niveau, quelle que soit la couleur et le revêtement.

Une différence de niveau de 5 cm constitue un minimum. Cela suffit en général à séparer les espaces. Cette faible hauteur a l'avantage de maximiser la largeur roulable de la piste sans crainte de taper les pédales sur le trottoir. C'est aussi une hauteur compatible avec les normes pompiers afin que l'ensemble piste + trottoir constitue une voie échelle. Lorsque le trottoir est étroit ou que la pression piétonne est importante, une différence de hauteur plus importante jusqu'à 10 cm (bordure de trottoir moyenne) est préférable.



La bordure du trottoir doit être chanfreinée (biseau), afin d'éviter les chutes en cas d'écart du vélo et faciliter une sortie temporaire de la piste pour contourner un obstacle (poubelle par exemple). Le chanfrein permet aussi de maximiser la largeur circulaire de la piste. Un chanfrein à 1/2 (pente de 50 %, environ 30°) est à privilégier mais une pente un peu plus raide jusqu'à 1/1 (pente de 100 %, 45°) est acceptable pour des bordures de faible hauteur. Attention à la pente trop faible qui peut redevenir imperceptible pour le piéton.



▲ Paris 11^e 12^e, rue du Faubourg-Saint-Antoine : la bordure de 4 cm de haut est chanfreinée (pente de 25 %, environ 15°), ce qui évite les chutes et maximise la largeur de la piste. La différence de niveau permet à la piste d'être bien perçue des piétons, très nombreux sur cette rue particulièrement commerçante. Note : la faible pente découle ici des normes d'accessibilité dues à l'absence d'abaissés de trottoir aux passages piétons. (Paris en Selle)

◀ Paris 11^e, boulevard de Belleville : la différence de niveau significative entre le trottoir et la piste (10 cm) permet d'éviter les débordements des piétons sur l'espace des vélos, alors que le trottoir est un peu étroit. (Google Street View)



▲ La Haye (Pays-Bas), Zwolsestraat : lorsque piétons et vélos disposent chacun d'espaces généreux, une différence de hauteur entre la piste et le trottoir est un élément moins crucial : de la couleur, un revêtement distinct et une bordure basse peuvent suffire. (Paris en Selle)

Une couleur spécifique pour la piste, comme le rouge utilisé aux Pays-Bas et en Belgique, constitue un atout important en termes de lisibilité et de continuité de la piste. Cependant, c'est d'abord la bordure du trottoir qui assure un bon repérage. Aux Pays-Bas, il est courant que les trottoirs et la piste soient en pavés rouges, tandis qu'au Danemark, les pistes sont en enrobé noir comme la chaussée (la peinture bleue est réservée à certaines intersections).



▲ Amstelveen (Pays-Bas), Rembrandtweg : du rouge partout. Ce qui assure la bonne lisibilité de l'espace public et la séparation piste-trottoir, ce sont d'abord les bordures de trottoir avec une différence de niveau entre la piste et le trottoir. (Google Street View)

En France, la couleur est trop souvent utilisée pour pallier un manque de séparation physique entre la piste et le trottoir (pistes « sur trottoir »), sans être efficace pour cela. Aux intersections, là où la couleur pourrait être utile pour marquer une continuité, elle disparaît au contraire.



▲ Antony, D920 (avenue de la Division Leclerc) : la couleur ne suffit pas pour séparer des espaces. (Google Street View)

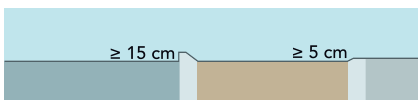
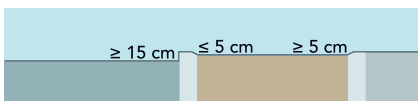
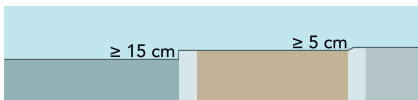
UNE PISTE PRÉSERVÉE DES INTRUSIONS MOTORISÉES

En l'absence de bande fonctionnelle, la piste se situe idéalement à hauteur intermédiaire entre la chaussée et le trottoir, avec un séparateur offrant un rempart de 15 à 20 cm de haut par rapport à la chaussée : des hauteurs inférieures sont possibles, mais elles sont plus facilement franchissables par des véhicules motorisés. Pour maximiser la largeur roulable de la piste, celle-ci se trouve au même niveau que le séparateur ou avec une différence de niveau chanfreinée de 5 cm (pour ne pas heurter les pédales).



▲ Paris 13^e, place d'Italie : la piste se situe à niveau intermédiaire, avec un séparateur de 15 cm de haut côté chaussée, dissuasif envers le stationnement sauvage. (Paris en Selle)

Quand la piste est implémentée à hauteur de la chaussée, un séparateur en dur de 15 cm de haut est à prévoir. Son versant côté piste est chanfreiné pour maximiser la largeur de la piste et éviter un effet paroi.



Utiliser des potelets pour séparer la piste de la chaussée n'est pas recommandé, à moins d'ajouter une zone tampon, car ils sont dangereux en cas de chute et réduisent considérablement la largeur roulable de la piste : il est préférable d'utiliser une bordure haute chanfreinée, aussi plus esthétique.



▲ Villejuif, avenue de Paris : les potelets sont une solution assez efficace et très économique pour sanctuariser une piste. Une bordure peut toutefois être aussi efficace tout en étant plus confortable et moins dangereuse. (Paris en Selle)

Posés en travers de la piste, les potelets peuvent être davantage pertinents pour empêcher l'accès à la piste, notamment quand il s'agit d'une piste bidirectionnelle. La pose doit impérativement respecter la trajectoire naturelle du vélo et une signalisation adéquate (réflecteurs, peinture au sol). Pour une piste unidirectionnelle, les potelets doivent encadrer les bords de la piste sans réduire sa largeur. Il en va de même pour une piste bidirectionnelle avec simplement l'ajout d'un potelet dans l'axe. Des potelets déformables à mémoire de forme sont préférables à des potelets en métal pour la sécurité des cyclistes.



▲ Paris 14^e, boulevard Jourdan : les potelets protègent la piste au droit d'une entrée charretière avec un espace (1,95 m) plus large que la piste. Ils sont en métal donc résistants dans le temps mais dangereux en cas de collision. (Paris en Selle)



▲ Paris 9^e, rue de Provence : les potelets en métal (encore visibles au fond) ont été remplacés par des plots en plastique, moins dangereux en cas de collision d'un vélo, mais placés en plein sur leur trajectoire. (Google Street View)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Geldersekade : le potelet au centre de la piste bidirectionnelle est bien signalé mais reste dangereux en cas de collision. (Google Street View)

En cas de chantiers sur la piste existante, l'emploi de plots en plastique est recommandé pour assurer la continuité de la piste provisoire.



▲ Paris 13^e, avenue d'Italie : pendant les travaux du centre commercial, un nouveau cheminement cyclable sécurisé est créé à la place du stationnement. (Paris en Selle)

UNE PISTE SÉPARÉE DU STATIONNEMENT

L'espace tampon entre les portières et la piste (d'au moins 50 cm) se situe idéalement à niveau de la piste, pour maximiser la largeur circulaire.



▲ Paris 14^e, boulevard Jourdan : l'espace tampon (65 cm) à niveau de la piste maximise sa largeur. (Paris en Selle)

Lorsque la piste est au niveau de la chaussée, l'espace tampon peut être matérialisé par une bordure de 50 cm minimum, avec un chanfrein côté piste.



▲ Arcueil, avenue Laplace : le séparateur de 70 cm est chanfreiné, ce qui réduit l'effet paroi, qui reste néanmoins présent côté trottoir. (Paris en Selle)

Il est également possible de se contenter de peinture (solution très économique), à condition de bien dimensionner l'espace tampon par rapport à la largeur du stationnement : impossible de se contenter de 50 cm ou même 70 cm d'espace tampon pour du stationnement de 1,80 m de large, car aucun obstacle physique n'est là pour empêcher le débordement des voitures vers la piste.



▲ New York (États-Unis), Prospect Park West : une piste bidirectionnelle de 3,00 m de large est séparée du stationnement par un espace tampon peint au sol de 1,00 m. (Google Street View)



▲ Paris 13^e, boulevard Arago : la peinture permet de maximiser la largeur de la piste, mais les dimensions sont sous-calibrées : la piste est trop étroite (1,50 m avec le caniveau en asphalté) et les voitures sont à l'étroit sur leur emplacement (1,80 m) et tendent à déborder sur l'espace tampon (0,70 m). (Paris en Selle)



▲ Grenoble, rue Casimir Brenier : pour éviter les débordements, des petits blocs de béton ont été ajoutés pour compléter la résine beige qui délimite l'espace tampon. (Paris en Selle)

UNE PISTE CONTINUE ET CONFORTABLE

La piste ne doit pas s'interrompre au droit des passages piétons. *Il ne s'agit pas de donner la priorité au vélo sur le piéton* mais d'informer l'ensemble des usagers qu'il s'agit d'un point de croisement où il ne faut pas stationner. Les passages piétons peuvent être surélevés.



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Admiraal de Ruijterweg : la traversée piétonne de la piste vers l'arrêt de tramway est matérialisée par des bandes blanches et des bandes d'éveil de vigilance pour guider les malvoyants. (Google Street View)



▲ Paris 18^e, boulevard Barbès : la piste cyclable déjà peu distincte du trottoir s'interrompt au droit du passage piéton, ce qui accentue les conflits piéton-vélos. (Google Street View)

La piste cyclable constituant un domaine de voirie distinct du trottoir, elle ne doit en principe pas croiser de bordure de trottoir. Si c'est le cas, la vue doit être de zéro sans seuil.



▲ Paris 4^e, boulevard Morland : la vue n'est pas à zéro, avec un seuil inconfortable, voire dangereux. (Paris en Selle)

Les entrées de garage ou d'immeuble ne doivent jamais interrompre la piste ou abaisser son niveau.



Le revêtement est de préférence en enrobé ou en béton, plutôt qu'en asphalte (plus glissant et qui se déforme avec le temps). Le stabilisé est à éviter absolument (ornières, dérapant en courbe), de même que les pavés (glissants et inconfortables). Dans les secteurs patrimoniaux, où les pavés sont imposés, il est possible d'utiliser des pavés sciés plus confortables (mais toujours glissants), ou des pavés autobloquants en béton (faiblement glissants). Il est important que le revêtement de la piste se distingue de celui utilisé pour le trottoir, et que le revêtement du trottoir soit au moins aussi accueillant pour les piétons que celui de la piste. Sinon, les piétons préfèrent naturellement marcher sur la piste cyclable, surtout avec des poussettes ou des valises.



▲ Paris 13^e, rue Croulebarbe : des pavés sciés sont utilisées pour la piste, plutôt que les pavés parisiens classiques inconfortables qui jalonnent la chaussée. (Paris en Selle)

Le caniveau et la piste doivent être d'un seul tenant. Lorsque le caniveau se distingue de la piste, il limite sa largeur effective. Si c'est le cas, son emprise doit être réduite au minimum et ne doit pas être prise en compte pour définir la largeur de la piste.

◀ Vught (Pays-Bas), Bosscheweg : la piste surélevée garde sa continuité et ne s'abaisse pas au droit des entrées motorisées de chaque pavillon. (Google Street View)



▲ Paris 13^e, quai François Mauriac : le caniveau en asphalté diminue fortement la largeur circulaire de la bande en enrobé avec un seuil de raccord inconfortable. Au second plan, la piste et le caniveau sont au contraire d'un seul tenant avec de l'enrobé. (Paris en Selle)

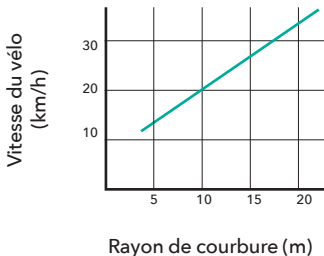


▲ Ivry-sur-Seine, quai Jean Compagnon : les girations sont tracées à la règle avec des angles droits inadaptés à la physique d'un vélo. (Google Street View)



▲ Paris 4^e, quai de l'Hôtel-de-Ville : les girations de la piste sur trottoir pour contourner l'arbre sont très douces et permettent de garder une vitesse constante. (Google Street View)

Enfin, les girations en section courante doivent permettre aux vélos de conserver leur vitesse de croisière. Pour cela, les aménageurs néerlandais recommandent des rayons de giration de 10 à 20 m. En dessous, les vélos ne peuvent plus rouler à 20 km/h et sont forcés de freiner puis de relancer. Des girations plus courtes entre 3 et 5 m ne sont acceptables que pour des changements de direction qui impliquent de ralentir. Les girations inférieures, ou anguleuses, sont à bannir. Les pistes cyclables n'ont pas à être tracées à la règle.



GRAPHIQUE METTANT EN RELATION LA VITESSE DU VÉLO ET LA COURBURE DE LA PISTE. (CROW)

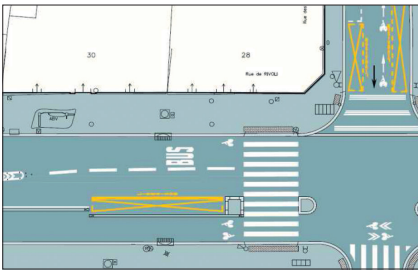
Le croisement des rails de tramway se fait idéalement avec un angle supérieur à 60°. Un angle supérieur à 30°, moins contraignant, suffit toutefois déjà à réduire quasiment à zéro le risque de chute.



▲ Paris 13^e, boulevard Kellermann : le franchissement des rails se fait avec des angles quasi droits incompatibles avec la physique d'un vélo. Tous les vélos coupent les rails en amont du chemin dessiné par l'aménageur. (Google Street View)

LA GESTION DES LIVRAISONS

Les opérations de logistique urbaine lourdes (impossibles à effectuer en vélo-cargo) posent fréquemment des soucis d'encombrement des pistes cyclables. Au-delà de la verbalisation (notamment par vidéo), ce problème peut être réduit par des dispositifs anti-obstruction (bordures, potelets), associés à la création d'espaces de livraison entre la piste et la chaussée ou dans les rues transversales.



▲ Paris 4^e, rue de Rivoli : des places de livraison sont intercalées entre la piste bidirectionnelle et la chaussée au niveau des refuges piétons. Toutes les voiries subissent ce pincement. D'autres places sont aménagées dans les rues transversales. (Ville de Paris)

Une autre solution consiste à s'inspirer du modèle danois qui tolère le chevauchement de la piste par les livreurs à condition qu'ils laissent un espace de circulation minimal pour les vélos. Cette pratique nécessite des pistes larges et une culture vélo des livreurs.



▲ Copenhague (Danemark), Nørrebrogade : l'arrêt des livreurs en empiétant sur la piste cyclable est toléré à condition de laisser un passage suffisamment large pour les vélos. (Google Street View)



▲ Paris 4^e, rue de Rivoli : la camionnette empiète sur la piste et le trottoir tout en laissant un espace de circulation pour les piétons et les vélos. (Paris en Selle)

Dans le cas français, où les livreurs n'ont pas de culture vélo et ont pour principale préoccupation de ne pas trop gêner le trafic motorisé, une telle pratique apparaît néanmoins difficile à mettre en place.

Dans tous les cas, quand l'espace manque, la solution idéale pour éviter l'obstruction d'une piste cyclable reste de ne pas avoir besoin de pistes, et donc de baisser le trafic motorisé.

▼ Paris 19^e, rue de Crimée : les potelets ne permettent pas de supprimer toutes les possibilités d'occupation. Seule la suppression de la piste et donc l'apaisement de la rue peut permettre de ne plus avoir à dépendre de la verbalisation. (Google Street View)



LA QUESTION DES COÛTS

Des aménagements de qualité à la néerlandaise coûtent de l'argent, bien plus que ce que permettent les budgets souvent faméliques alloués au vélo, qui se contentent d'un peu de marquage au sol. Il est néanmoins possible d'avancer avec du *low cost* : modifier le plan de circulation d'un quartier est relativement économique, et potelets, plots en plastique, jardinières ou stationnement peuvent suffire pour séparer une piste de la chaussée.



▲ New York (États-Unis), Columbus Avenue : du stationnement, du marquage et des potelets peuvent suffire à créer à moindre coût un bon aménagement cyclable (si l'on fait abstraction ici du positionnement de la piste à gauche...). (Google Street View)

ÉCHELLE INDICATIVE DES COÛTS
DE RÉAMÉNAGEMENT D'UNE RUE



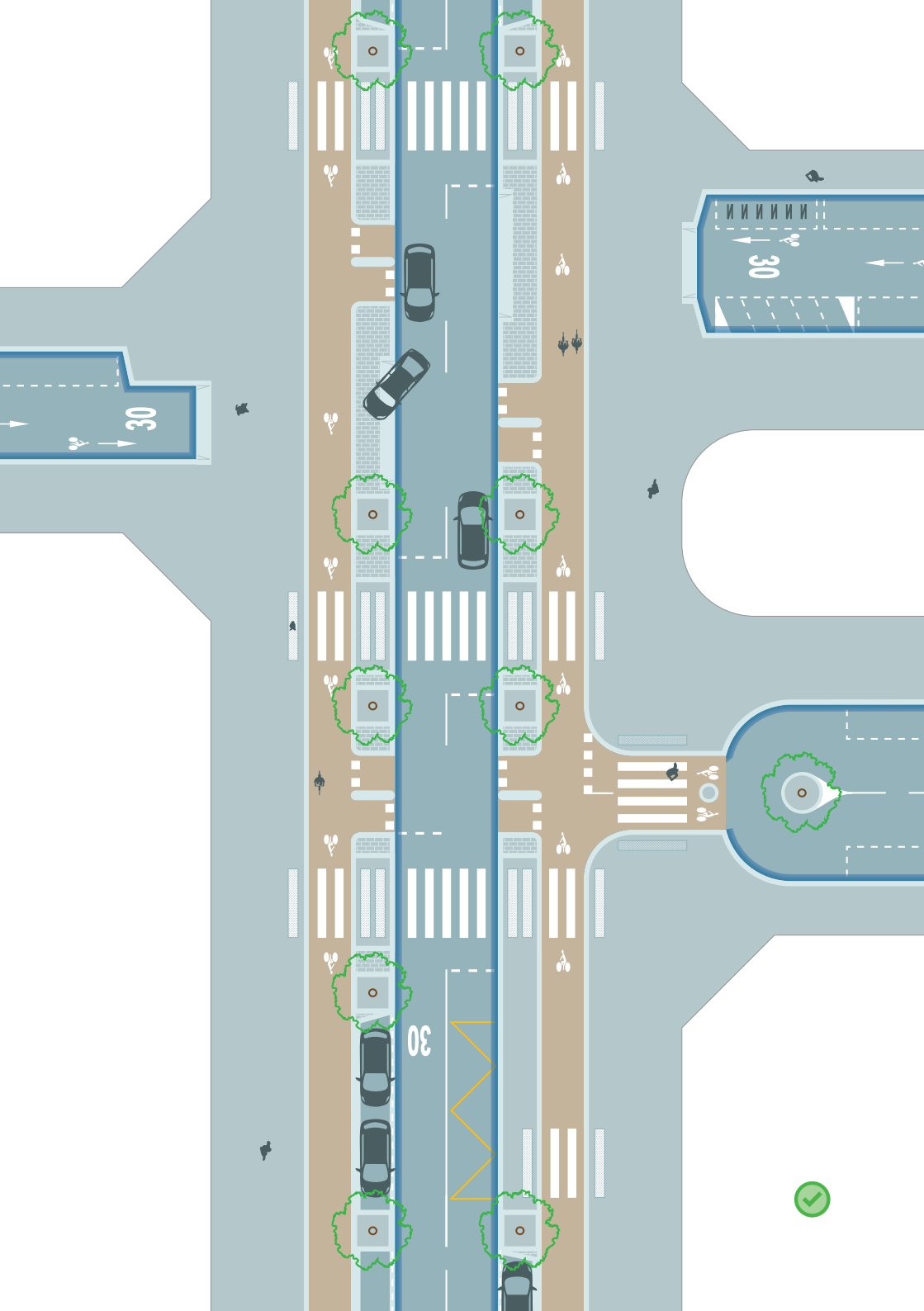
€	peinture, potelets, blocs béton, panneaux...
€€	éléments physiques (séparateurs, îlots...), feux, reprises ponctuelles du revêtement et des trottoirs
€€€	reprise de l'évacuation pluviale (bordure de trottoir, fil d'eau), reprise de chaussée amiantée
€€€€	reprise façade-façade, reprise des réseaux en sous-sol...

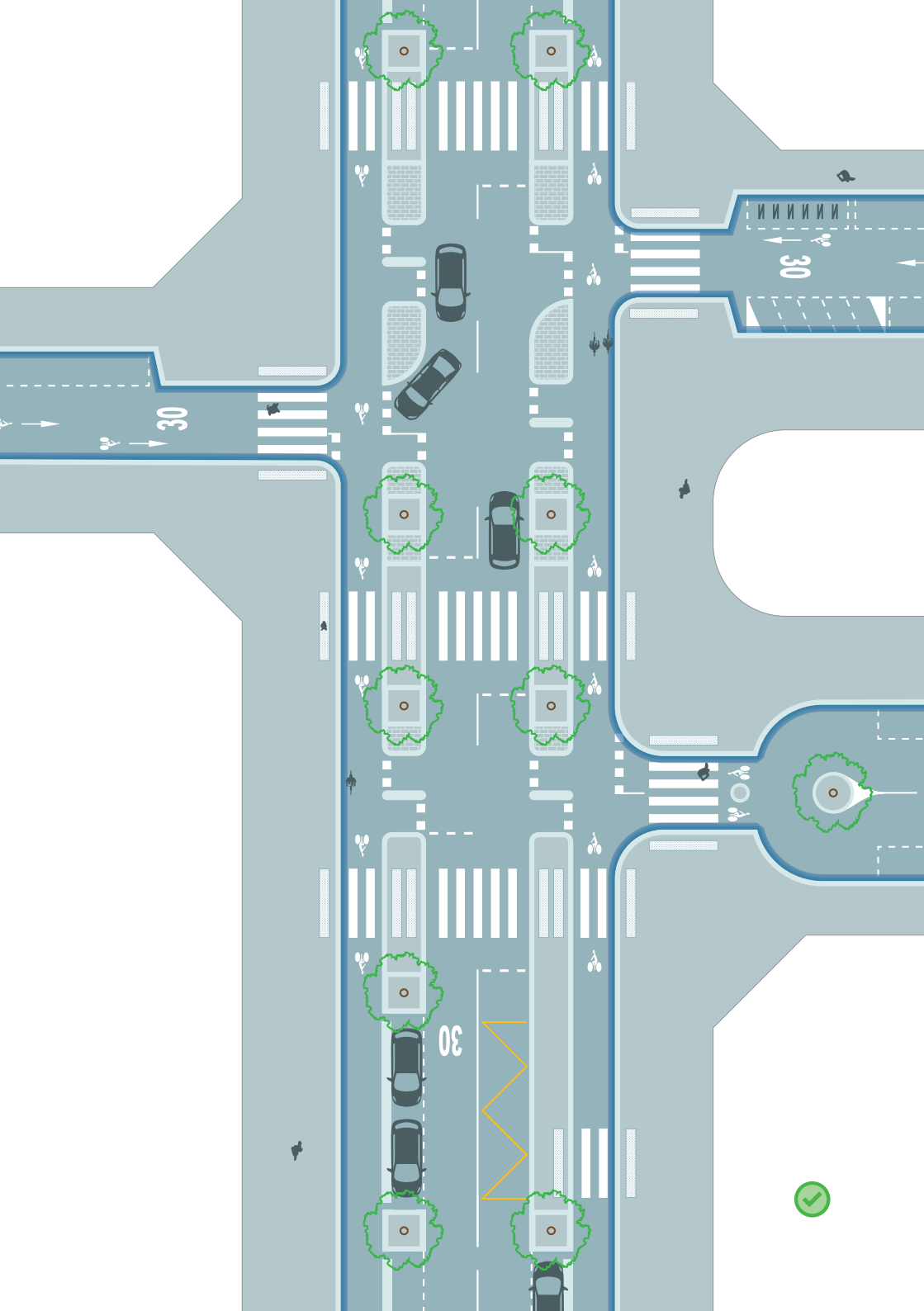
Dans tous les cas, même des aménagements cyclables chers demeurent très bon marché par rapport aux alternatives routières ou de transports en commun en site propre. Pour 32 millions d'euros (1 ou 2 km de tramway), Séville (Espagne) est parvenu à aménager en 5 ans un réseau continu et maillé de 120 km de pistes cyclables bidirectionnelles (de qualité parfois passable). Ce réseau a coûté moins de 10 euros/an/habitant mais a généré en retour plus de 70 000 déplacements (5 points de part modale), bien plus que la plupart des lignes de tramway construites en France pour 10 fois ce prix.

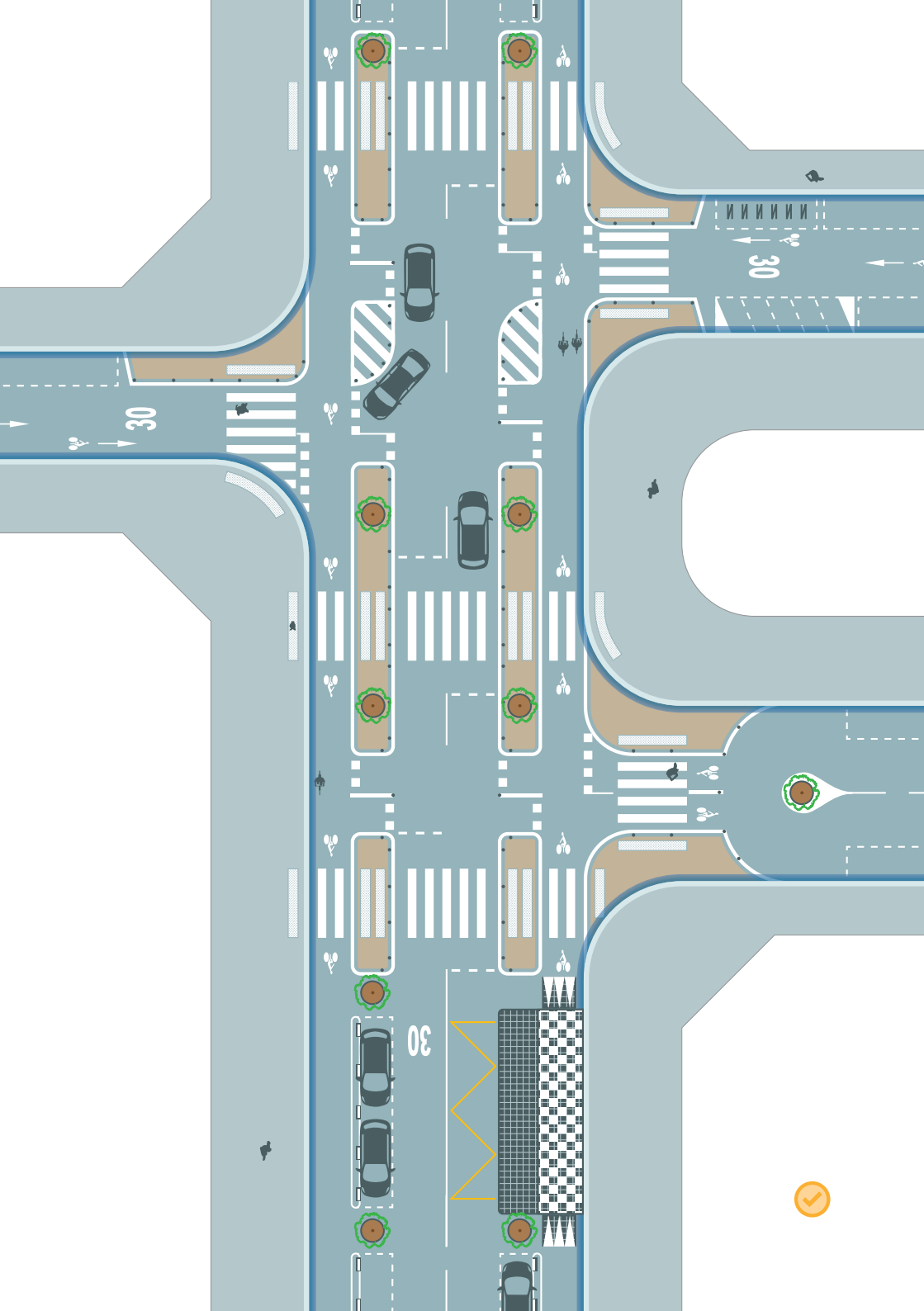
► SCHÉMA PAGE 94. L'option de réaménagement la plus coûteuse permet une qualité urbaine optimale et un confort maximal pour les piétons et les vélos. C'est l'option standard aux Pays-Bas, qui disposent de budgets à la hauteur des enjeux (500 millions d'euros/an pour le vélo, tous échelons confondus, soit environ 30 euros/an/habitant, avec des variations selon les villes).

► SCHÉMA PAGE 95. Une seconde option à coûts contenus mais tout de même satisfaisante qui ne touche pas aux fils d'eau et très peu aux bordures de trottoirs, et se contente d'ajouter des éléments physiques (îlots, séparateurs) et un peu de végétalisation.

► SCHÉMA PAGE 96. Une troisième option *low cost* peu élégante mais qui fait le travail, avec simplement du marquage, du mobilier urbain, et des éléments modulaires (quais bus).







INTERSECTIONS

CINQ GRANDS PRINCIPES

C'est aux intersections que les notions de séparation et d'efficacité deviennent les plus cruciales à appliquer : une piste cyclable de qualité perd l'essentiel de son utilité si les croisements avec le trafic motorisé sont accidentogènes ou pénibles à effectuer.



▲ Onex, Genève (Suisse), route de Chancy : la piste cyclable disparaît avant l'intersection en envoyant les vélos dans un trafic significatif alors que le mouvement tout droit peut se faire hors de tout conflit : le vélo choisit le trottoir. (Paris en Selle)

Cinq grands principes doivent être respectés pour réduire le nombre de conflits potentiels avec les flux motorisés, les rendre prévisibles et limiter leur dangerosité, sans porter atteinte de façon préjudiciable au confort et à l'efficacité des déplacements à vélo.

CONTINUITÉ DE LA PISTE

La piste doit être visible dans l'intersection et non s'interrompre. Cette continuité permet aux cyclistes de savoir immédiatement où aller, et signale aux automobilistes l'existence de cheminements vélos dans l'intersection, sans effet de surprise lorsqu'un vélo y circule.

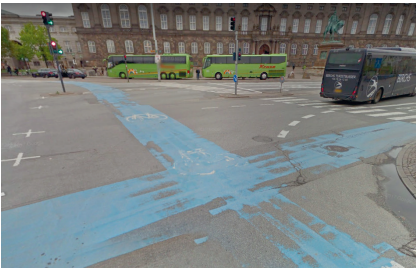


▲ Utrecht (Pays-Bas), Thomas à Kempisweg : la piste se prolonge dans le carrefour avec de l'enrobé rouge et un marquage des rives très visible. (Google Street View)



▲ Paris 11^e, boulevard Richard Lenoir : les continuités cyclables sont inexistantes ou simplement matérialisées par des pictogrammes peu visibles. (Paris en Selle)

Un revêtement coloré constitue un plus, mais il doit être durable (enrobé teinté dans la masse) et il est moins décisif que le marquage des rives de la continuité cyclable.



▲ Copenhague (Danemark), Holmens Bro : la peinture n'est pas aussi durable qu'un enrobé teinté dans la masse comme c'est la pratique aux Pays-Bas. (Google Street View)



▲ Grenoble, rue de Stalingrad : la piste cyclable se prolonge dans l'intersection avec un marquage de rive bien visible. (Paris en Selle)

RÉGIME DE PRIORITÉ EXPLICITE ET CONFORME AVEC LA PRIORITÉ VISUELLE

Le régime de priorité de la piste cyclable aux intersections doit être explicite et conforme au message de priorité envoyé par l'aménagement (priorité visuelle) : si un usager doit céder le passage à un autre, il faut que l'aménagement l'y pousse et ne suggère pas l'inverse.



▲ Paris 14^e, boulevard Jourdan : la petite rue transversale est censée avoir la priorité sur la piste et le boulevard (priorité à droite), alors que la présence d'un plateau traversant suggère une priorité à la piste, immédiatement contredite par la bordure de trottoir en travers de la piste, qui elle suggère une priorité à la chaussée. (Paris en Selle)

Le régime de priorité entre une piste et une chaussée ne peut jamais être implicite. En présence d'une piste séparée de la chaussée, les règles de priorité par défaut (priorité à droite et priorité au va-tout-droit par rapport aux mouvements tournants) ne sont comprises par personne. De nombreux vélos empruntant une traversée qui longe un passage piéton pensent ainsi à tort

bénéficier du même régime de priorité que ces derniers. Inversement, les automobilistes sont incités à se sentir prioritaires quand la piste cyclable venant de leur droite ou en sens inverse s'interrompt pour laisser passer la chaussée.



▲ Paris 13^e, rue Albert Bayet : les deux traversées ne bénéficient pas du même régime de priorité : les vélos qui traversent sont soumis à la priorité à droite, contrairement aux piétons qui ont une priorité inconditionnelle. (Google Street View)



▲ Paris 12^e, boulevard Poniatowski : la priorité est encore plus confuse avec une piste bidirectionnelle. Les véhicules venant de la rue doivent laisser la priorité aux vélos venant de leur droite, mais pas de leur gauche, tandis que les véhicules venant du boulevard doivent céder le passage à la piste dans les deux sens. Les piétons, eux, ont la priorité inconditionnelle. (Google Street View)

Aux Pays-Bas, la priorité à droite ne s'applique que pour les rues apaisées sans piste cyclable (et hors vélorue). Dès qu'une piste existe, son régime de priorité est commandé par un trottoir traversant, des feux, ou des cédez-le-passage (pour la piste ou pour la chaussée). Le régime

de priorité est également rendu évident par le design choisi : continuité stricte de la piste encadrée de traitillés épais si elle est prioritaire, marquage plus léger en traitillés fins sans revêtement de couleur si elle ne l'est pas.



▲ Assen (Pays-Bas), Weidebeemd : la piste a la priorité, règlementairement et visuellement. (Google Street View)



▲ Assen (Pays-Bas), Overcingellaan : la piste n'a pas la priorité, ni règlementairement, ni visuellement. (Google Street View)

VISIBILITÉ RÉCIPROQUE

Les vélos et le trafic motorisé doivent être bien visibles les uns des autres :

- aucun obstacle masquant 10 à 20 m en amont de l'intersection. Le stationnement automobile ou de deux-roues motorisés doit être remplacé par du stationnement vélo ou de la végétalisation basse ;
- la ligne d'arrêt des vélos doit être distincte de celle du trafic motorisé et située en aval, afin que les vélos soient plus visibles et disposent d'un temps d'avance ;
- au niveau de l'intersection, le croisement des flux doit s'effectuer le plus possible à angle droit (orthogonalité), afin que les vélos se situent le moins possible dans l'angle mort des véhicules motorisés (notamment des poids-lourds). L'orthogonalité des croisements permet aussi au cycliste de rester maître de sa sécurité (le cycliste a le temps de voir qu'une voiture tourne et d'anticiper).

Ce principe de visibilité explique que les Néerlandais préconisent aux intersections de transformer les bandes cyclables en pistes déportées vers l'extérieur (rapprochées du passage piéton parallèle). Il s'agit d'améliorer à la fois la sécurité subjective et objective.



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Tussen Meer : la bande cyclable (en haut à droite sur la photo) se transforme en piste dans l'intersection. Les vélos attendent le vert 10 m en aval des voitures. La piste est décalée, ce qui libère un espace de stockage pour les tourne-à-droite motorisés qui croisent la piste quasiment à angle droit. (Google Street View)

À l'inverse, il est courant en France de transformer la piste éloignée de la chaussée en bande cyclable, avec l'idée reçue que cela rend les vélos plus visibles. Ce faisant, l'aménageur oblige les cyclistes à regarder le trafic derrière leur épaule et les expose au piège de l'angle mort, première cause d'accident mortel des vélos en ville.



▲ Paris 13^e, boulevard Masséna : la piste cyclable sur trottoir se transforme en piste sur chaussée puis en bande, ramenant les vélos dans l'angle mort du camion avec une covisibilité médiocre ne permettant pas de bien anticiper le danger. (Google Street View)

RALENTISSEMENT ou NEUTRALISATION DU TRAFIC MOTORSÉ EN CONFLIT AVEC LES VÉLOS

Les véhicules tournant à droite doivent être contraints par l'infrastructure d'effectuer leur manœuvre à basse vitesse : giration courte, îlots, plateaux ralentisseurs...



▲ Paris 16^e, place du Maréchal de Lattre de Tassigny (Porte Dauphine) : la giration douce et la largeur de la voirie permettent au trafic motorisé de tourner à pleine vitesse. (Google Street View)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Handweg : la géométrie de l'îlot de coin force les véhicules motorisés à ralentir pour tourner et couper la trajectoire de la piste à petite vitesse. (Google Street View)

Dans un carrefour à feu, l'idéal est de supprimer les conflits par des phases distinctes pour les vélos et pour le trafic motorisé tournant à droite. En zone moins dense, la séparation des flux motorisés rapides et des vélos se fait idéalement avec des passages dénivelés (tunnel ou passerelle).



▲ Utrecht (Pays-Bas), Kardinaal de Jongweg : les véhicules qui tournent à droite n'ont pas le vert en même temps que les vélos. (Google Street View)

CONFORT ET EFFICACITÉ DU CHEMINEMENT CYCLABLE

Le décalage de la piste lors du franchissement de l'intersection ne doit pas être générateur d'inconfort pour les vélos. En respectant un rayon de giration supérieur à 10 m, on évite aux vélos d'avoir à freiner et à relancer. Pour changer de direction, un rayon de 3 m constitue un minimum.

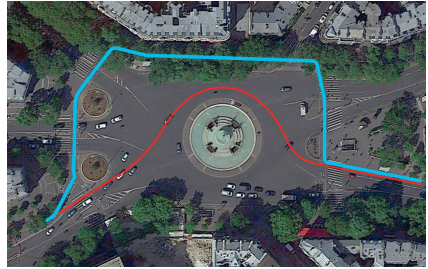


▲ Paris 14^e, boulevard Jourdan : la piste se décale vers le passage piéton pour ménager un espace tampon mais impose des chicanes très inconfortables. (Google Street View)

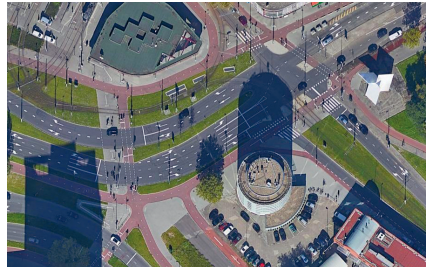


▲ Bois-le-Duc ('s Hertogenbosch, Pays-Bas), Brugplein : le déport de la piste est suffisamment fluide pour ne pas être gênant. Rejoindre la piste ou en sortir pour attendre au feu se fait avec des girations plus serrées mais néanmoins confortables. (Google Street View)

Un détour qui éloigne d'une traversée directe est acceptable à condition que les vélos disposent d'un cheminement confortable qui ne multiplie pas les attentes aux feux.

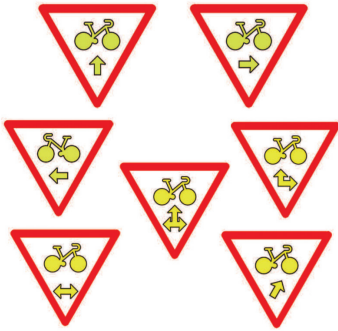


▲ Paris 12^e, place Félix Éboué : la piste cyclable contourne une chaussée surdimensionnée, en multipliant les attentes aux feux et les franchissements de bordures. Les détours imposés sont très pénibles, d'autant que le ceinturage n'est pas bidirectionnel au sud. (Google Maps)



▲ Rotterdam (Pays-Bas), Marconiplein : le ceinturage de la place est bidirectionnel, ce qui permet de choisir un itinéraire au plus court avec des girations confortables. (Google Maps)

Toutes les intersections régulées par des feux doivent au minimum permettre le tourne-à-droite au rouge (pour les vélos uniquement), que ce soit par l'aménagement (dans l'idéal) ou par un cédez-le-passage cycliste au feu (panonceau M12). Dans le cas d'un croisement avec une rue secondaire, le va-tout-droit doit également être proposé.



▲ Les panonceaux M12, apposés sous un feu, autorisent à passer au rouge pour les directions indiquées en cédant le passage aux usagers qui ont le vert.

Les feux qui contrôlent un passage piéton ne doivent pas concerner la piste cyclable, ou permettre le va-tout-droit au rouge des vélos en cédant le passage aux piétons qui traversent. Les croisements impliquant uniquement des piétons et des vélos ne nécessitent pas de feu tricolore; ceux-ci ne sont d'ailleurs jamais respectés, ni par les piétons, ni par les cyclistes. Il est donc préférable de gérer ce type de croisement par un simple passage piéton, offrant la priorité inconditionnelle aux piétons.

Le panonceau M12 s'applique aussi bien à des feux pour la circulation générale que pour des feux dédiés aux vélos.



▲ Paris 13^e, quai François Mauriac: la traversée piétonne de la chaussée est régulée par des feux, mais pas celle de la piste, avec une priorité piétonne inconditionnelle. (Paris en Selle)



▲ Paris 13^e, boulevard Auguste Blanqui: la piste obéit au même feu que la circulation générale mais dispose d'un panonceau M12 autorisant à passer au rouge en l'absence de piétons qui traversent. (Paris en Selle)



▲ Paris 13^e, rue de la Fontaine à Mulard: le feu modal vélo dispose du panonceau M12 pour franchir le passage piéton et s'insérer dans le rond-point au rouge en cédant le passage. (Paris en Selle)

Enfin, c'est aux intersections que l'absence de seuil et de franchissement de bordure est essentiel avec une piste cyclable, qui doit disposer de son propre domaine de voirie.



▲ Paris 18^e, boulevard Ney: la piste franchit pas moins de 6 bordures à la suite, très pénibles. Les vélos contournent par la gauche, à niveau pour les voitures. (Paris en Selle)

INTERSECTIONS MINEURES

L'intersection mineure est l'intersection entre un axe principal (avec pistes cyclables) et une rue locale (sans pistes cyclables).

Les usagers de l'axe principal ont priorité sur ceux de la rue locale. L'aménagement doit rendre évidente la priorité du vélo de l'axe principal sur les flux transversaux, et contraindre ces derniers à ralentir et à céder le passage.

La traversée à vélo d'un axe principal à 2x1 voies est possible sans disposition particulière si le trafic est inférieur à 800 véhicules à l'heure de pointe. Au-delà, la traversée doit disposer de refuges (2,00 m au moins) pour pouvoir traverser en deux temps si nécessaire. Les feux ont leur pertinence à partir de 1 500 véhicules à l'heure de pointe sur l'axe principal.

► Paris 10^e, boulevard de Magenta : la piste s'efface devant la chaussée alors qu'elle est prioritaire. Le vélo doit franchir la bordure de trottoir et le caniveau pour rejoindre la chaussée avec un marquage damier vert peu visible. C'est la chaussée qui a la priorité visuelle, avec une giration qui favorise la vitesse automobile. (Google Street View)

ÉVITER : LA PISTE INTERROMPUE PAR LA CHAUSSÉE

L'idée que les pistes cyclables sont dangereuses vient bien souvent d'un mauvais traitement des intersections mineures avec un effacement de la piste devant la chaussée.

C'est particulièrement le cas quand la piste est implémentée sur trottoir sans domaine de voirie propre. À chaque intersection, le trottoir s'efface devant la chaussée, et la piste subit le même sort, avec des franchissements de bordures et des dévers qui détruisent la priorité visuelle de la piste en plus d'être inconfortables. Dans les pires cas, des girations très douces favorisent des tourne-à-droite quasi sans freiner de la part des automobilistes.



PISTE CONTINUE AVEC TROTTOIR TRAVERSANT

La meilleure façon d'affirmer la priorité de la piste dans une intersection mineure est de ne pas l'interrompre, en associant cette continuité à un trottoir traversant. Il s'agit de l'aménagement standard aux Pays-Bas. La force de ce principe est de renverser la hiérarchie traditionnelle de la voirie qui veut que tous les domaines de voirie s'effacent devant la chaussée.

La piste continue avec trottoir traversant applique au mieux les 5 grands principes vus précédemment.

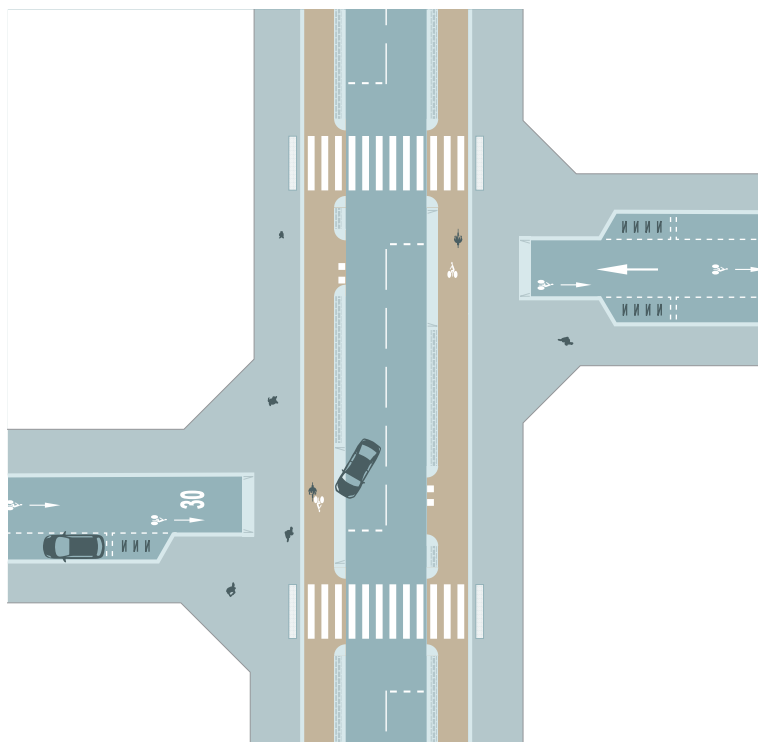
- ❶ La piste et le trottoir se présentent comme totalement ininterrompus : il n'y a pas de chaussée, pas d'abaissement du trottoir au niveau de la chaussée, pas de revêtement distinctif.
- ❷ La priorité visuelle de la piste correspond aux injonctions du code de la route français : « tout conducteur qui débouche sur une route en franchissant un trottoir (...) doit céder le passage à tout autre véhicule » (art R415-9). Aucune signalisation supplémentaire n'est nécessaire.
- ❸ Aucun élément physique (bordure de trottoir ou fil d'eau) ne matérialise la giration des véhicules. Aucun masque ne doit s'opposer à la covisibilité en amont. Il doit être possible pour une voiture venant de la rue locale de marquer l'arrêt avant la piste (et non dessus), en ayant une bonne visibilité de la rue principale pour s'insérer ou traverser.

❹ Le rampant, l'absence de chaussée et la réglementation contraignent les voitures à aborder l'intersection au pas.

❺ La piste cyclable conserve le même confort qu'en section courante. La différence de niveau entre le trottoir et la piste s'estompe sans seuil pour gêner les mouvements depuis ou vers la piste. Le rampant reste confortable à vélo, avec un chanfrein à 1/6 (environ 17 %). La zone tampon permet de stocker les vélos qui souhaitent tourner à gauche.

▼ Amsterdam (Pays-Bas), Amsteldijk : un trottoir traversant avec sa piste continue, comme il en existe des centaines de milliers aux Pays-Bas. (Google Street View)





▲ Piste continue avec trottoir traversant : la chaussée locale disparaît, les usagers devant littéralement monter sur le trottoir et sur la piste (exceptionnellement tous deux au même niveau), via un rampant, pour traverser.



▲ Strasbourg, rue du Faubourg-de-Pierre : la piste et le trottoir sont continus, mais s'abaissent malheureusement au niveau de la chaussée principale. (Google Street View)

Le trottoir traversant sécurise les cheminements piétons, avec un confort inégalé pour les poussettes, fauteuils roulants, personnes avec valise... Les malvoyants peuvent toutefois avoir des difficultés de repérage, qui peuvent au besoin être résolues par des bandes d'éveil de vigilance non contrastées. Il peut également être nécessaire d'ajouter des potelets contre le stationnement.

Une piste continue avec trottoir traversant n'implique pas nécessairement que la piste soit surélevée ou éloignée de la chaussée en section courante. Il suffit que cela soit le cas à l'intersection.



▲ Bois-le-Duc ('s Hertogenbosch, Pays-Bas), Graafseweg : la piste est au niveau de la chaussée en section courante avec un séparateur étroit. Elle monte doucement au niveau du trottoir et se décale légèrement pour l'insertion du rampant. (Google Street View)

Même en l'absence de rampant (et d'espace tampon), la simple continuité de la piste et du trottoir permet de matérialiser une priorité visuelle conforme.



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Admiraal de Ruijterweg : le trottoir et la piste se prolongent avec leurs bordures simplement mises au même niveau que la chaussée (pas de rampant). (Google Street View)

LA PRIORITÉ VISUELLE SANS TROTTOIR TRAVERSANT

Dans le cas où le trottoir traversant serait refusé ou impossible pour une quelconque raison, il convient malgré tout de mettre l'accent sur la continuité de la piste, avec une priorité visuelle conforme à la priorité réglementaire.

L'important ici est de s'assurer que la piste ne subisse aucune interruption visuelle par une bordure ou un caniveau, et qu'elle rejoigne la chaussée sans ressaut, en conservant son revêtement, complété par un marquage des rives. Les véhicules venant de la rue locale ont un cédez-le-passage. Pour des raisons de clarté, les véhicules venant de l'axe principal devraient également avoir un cédez-le-passage, à titre de rappel explicite du régime de priorité par défaut. Les girations des vélos de la rue locale vers et depuis la piste sont prises en compte avec un rayon de 3 m minimum.

Idéalement, la piste est éloignée de la chaussée pour aménager un espace tampon qui favorise l'orthogonalité des croisements et la visibilité réciproque, tout en dégagant un espace de stockage entre la piste et l'axe principal pour les véhicules venant la rue apaisée.

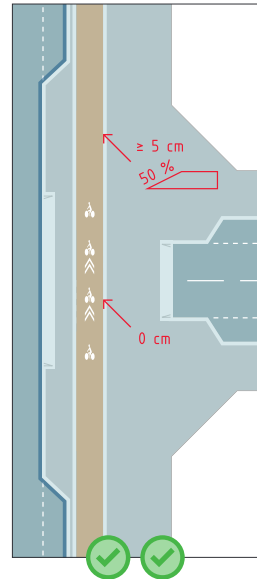
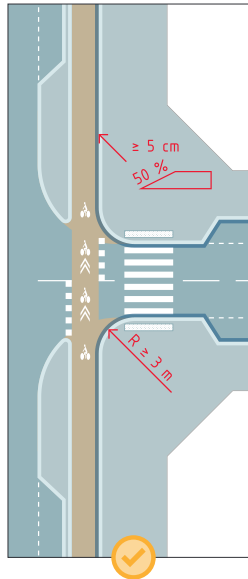
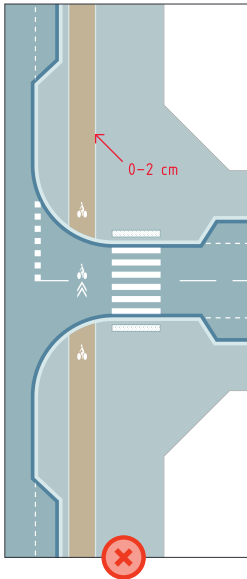


▲ Bois-le-Duc ('s Hertogenbosch, Pays-Bas), Muntelbolwerk: quand l'espace le permet, décaler la piste favorise des croisements orthogonaux avec les voitures tout en libérant un espace de stockage pour les vélos qui veulent tourner à gauche. (Google Street View)



▲ Assen (Pays-Bas), Groningerstraat: la piste conserve son revêtement rouge avec un marquage blanc, ce qui lui offre une priorité visuelle acceptable malgré le faible espace tampon. (Google Street View)

▼ Priorité visuelle avec et sans trottoir traversant, avec et sans continuité de la piste.



LE PLATEAU TRAVERSANT

Le trottoir traversant ne doit pas être confondu avec le plateau traversant. Leur seul point commun est d'offrir une surélévation qui ramène les voitures au niveau des piétons plutôt que l'inverse avec des bateaux. Mais, contrairement au trottoir traversant, un simple plateau maintient la présence de la chaussée : le trottoir s'interrompt et un passage piéton est généralement marqué, comme sur une intersection traditionnelle. L'effet ralentisseur de la surélévation est fortement dégradé par cette absence de continuité du trottoir, avec un message

confus adressé à l'automobiliste : merci de ralentir, mais la route continue de vous appartenir. Le plateau traversant a sa pertinence en section courante (passage piéton hors d'un carrefour), et aux carrefours locaux. En intersection mineure, un simple plateau n'est utile que si la continuité de la piste cyclable est préservée avec une priorité visuelle acceptable et une bonne visibilité réciproque. Faire ralentir les voitures ne sert pas à grand-chose si la piste est interrompue ou peu visible.

▼ Antony, avenue de la division Leclerc : un plateau traversant mais un manque de priorité visuelle pour la piste, interrompue par l'arrondi de la bordure de trottoir et la perte de son revêtement clair. La piste est également masquée par du mobilier et du stationnement. Enfin, le cédez-le-passage pour les véhicules venant de la rue transversale est placé après et non avant la trajectoire cyclable, ce qui achève de rendre incompréhensible le régime de priorité qui s'applique ici entre vélos et autos. (Google Street View)



INTERSECTIONS MAJEURES CONVENTIONNELLES

L'intersection majeure est l'intersection de deux axes principaux.

**ÉVITER :
LE CARREFOUR NU
AVEC SAS VÉLO**

Une intersection majeure doit absolument éviter le carrefour nu, sans continuité pour les aménagements cyclables, avec de simples sas vélos aux feux.



▲ Paris 13^e, avenue de la porte de Vitry : la piste depuis Vitry et la piste du tram des Maréchaux se croisent dans un océan d'enrobé nu. (Google Street View)

► Paris 14^e, boulevard Arago : un carrefour en croix avec des aménagements cyclables qui débouchent tous sur un sas (ici coloré) : rien n'est prévu pour guider et surtout protéger les vélos dans l'intersection selon la direction qu'ils souhaitent prendre. (Google Street View)

Le sas vélo est censé faciliter le tourne-à-gauche en permettant aux vélos de se placer devant les véhicules motorisés. Même pour des cyclistes aguerris, il constitue pourtant un moyen peu agréable et peu efficace de tourner à gauche :

- Au vert, le sas est inutilisable, et aucune solution n'est proposée pour tourner à gauche.
- Au rouge, le sas n'est utilisable que s'il est respecté par les véhicules motorisés. Se positionner dans le sas se fait le plus souvent au prix de manœuvres alambiquées.
- Une fois le feu repassé au vert, les vélos avancent pour se placer en attente au milieu du carrefour, dans un environnement très anxiogène, entre les deux flux motorisés et au milieu des autres véhicules qui tournent à gauche. Pour tourner, il faut d'abord laisser passer le trafic venant en sens inverse, ce qui revient souvent à attendre un nouveau cycle de feu pour peu que le trafic soit soutenu.



Le sas vélo est l'enfant de la bande cyclable, des feux rouges et de la ville sans hiérarchie du réseau viaire. Assez fréquent aux Pays-Bas dans les années 1980, il a quasiment disparu depuis. Son domaine de pertinence est très limité dans une ville qui réduit le nombre de ses carrefours à feux, remplace les bandes cyclables par des pistes, et rationalise les axes de transit motorisé et donc le nombre d'intersections majeures. Surtout, le sas n'est pas adapté à une ville cyclable inclusive qui cherche à offrir un cheminement sûr et efficace au plus grand nombre.



▲ Paris 12^e, boulevard de Bercy : tourner à gauche depuis la piste cyclable implique d'utiliser un sas vélo, souvent encombré, et de se mélanger au trafic motorisé. (Paris en Selle)

Multiplier les sas vélo ne rend pas une ville plus cyclable. Le dispositif est souvent pris en prétexte pour reculer la position d'arrêt des véhicules motorisés. Or, il s'agit de deux concepts différents : le recul de la ligne d'arrêt de feux est désirable partout pour améliorer la sécurité des passages piéton, mais n'a nul besoin du sas pour cela.



▲ Copenhague (Danemark), Dronning Louises Bro : la ligne d'arrêt motorisée est reculée par rapport à celle des vélos. Le respect de cette ligne est favorisé par un marquage plus explicite qu'en France et par l'absence de feu répétiteur, qui est quasi systématiquement ajouté en France, et qui pousse les automobilistes à coller au feu. (Google Street View)



▲ Paris 4^e, pont de Sully : un sas vélo (coloré) qui remplace abusivement une simple ligne d'arrêt reculée. Aucun vélo ne va se positionner dans le sas devant le trafic motorisé puisque le tourne-à-gauche n'est pas possible à ce carrefour. (Google Street View)

Enfin, si le sas vélo est censé faciliter le tourne-à-gauche, il ne peut pas servir à matérialiser une traversée de chaussée, puisqu'il constitue, par définition, un espace de stockage de vélos arrêtés au feu rouge.

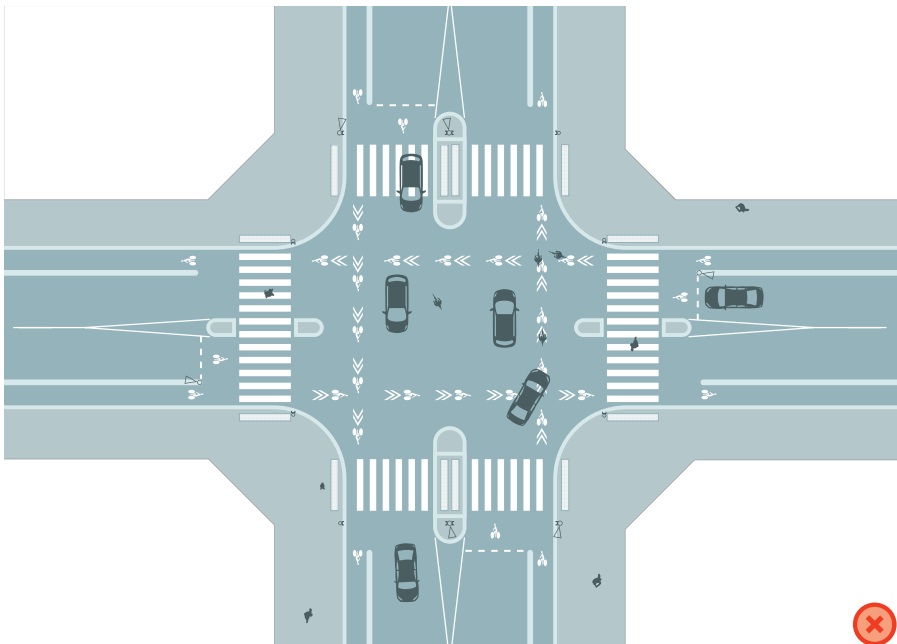


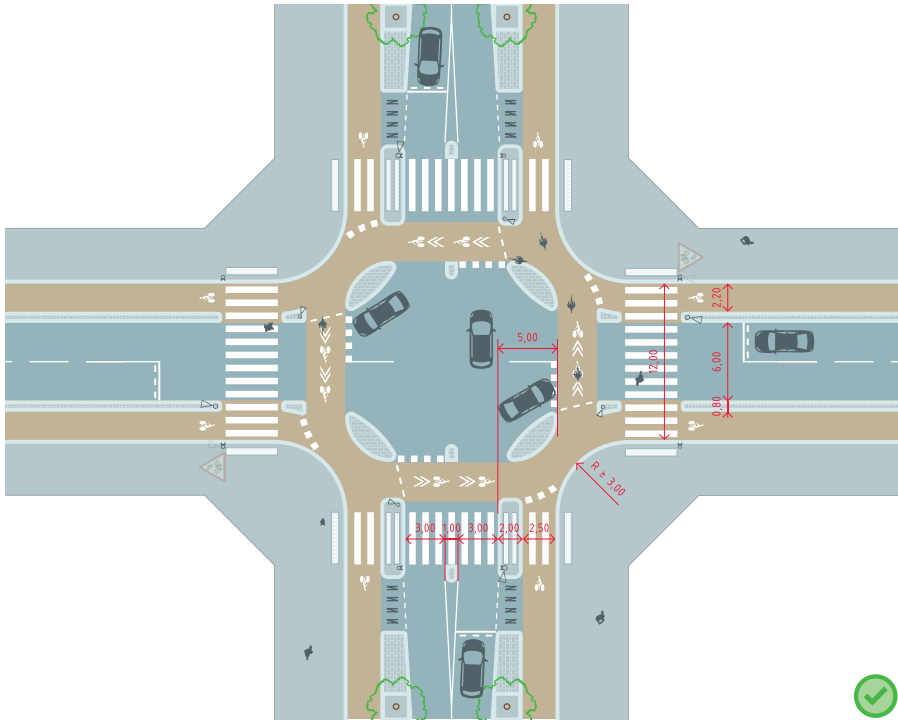
▲ Paris 16^e, avenue de New-York: la traversée de chaussée en direction de la voie Georges Pompidou se fait de façon totalement inadaptée via un sas vélo : inutilisable au vert (sans espace de stockage pour attendre) et peu respecté par les motorisés au rouge, ce qui pousse les vélos à passer par le passage piéton. (Google Street View)

CARREFOUR PROTÉGÉ

À l'inverse du carrefour nu (ou avec simple marquage des trajectoires cyclables), les Néerlandais prolongent les pistes cyclables dans l'intersection en cherchant à maximiser la séparation avec le trafic motorisé pour offrir une meilleure sécurité, objective et subjective.

▼ La carrefour avec trajectoires vélo marquées : la séparation avec le trafic motorisé n'existe qu'en section courante et disparaît au carrefour. C'est le schéma adopté à Copenhague, avec parfois la trajectoire matérialisée par un aplat bleu.





▲ Le carrefour protégé à la néerlandaise (*ici sur la même chaussée disponible, sans retouche des trottoirs*). La séparation se prolonge au sein de l'intersection : les points de contact potentiels avec le trafic motorisé sont limités au maximum.

Le carrefour protégé se distingue par deux éléments clés :

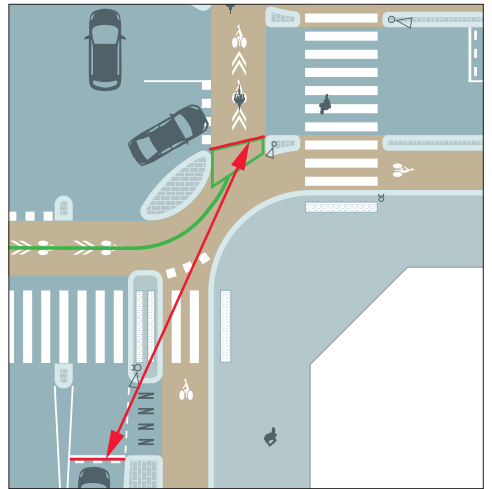
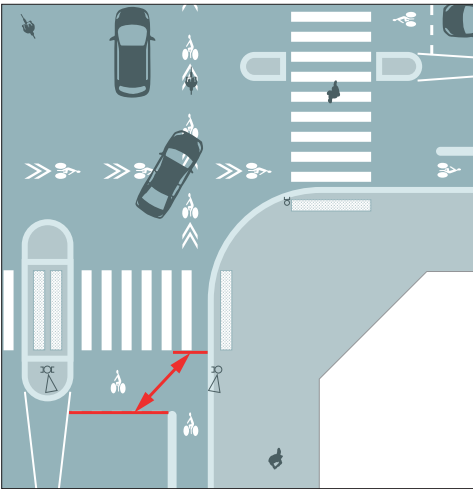
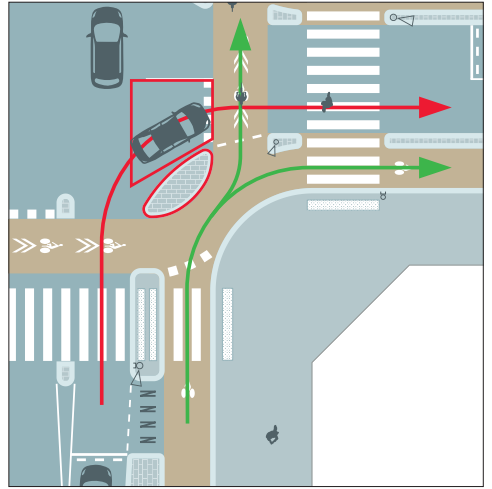
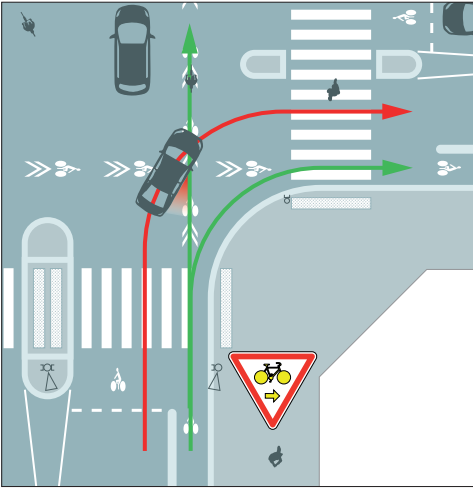
► PAGE CI-CONTRE HAUT

- 1 L'îlot de coin : il s'agit de l'élément le plus important, car il permet :
 - de séparer intégralement le tourne-à-droite vélo du trafic motorisé : les vélos ont simplement à laisser la priorité aux piétons qui traversent ;
 - de libérer un espace de stockage pour les vélos qui vont tout droit ou qui veulent tourner à gauche depuis la perpendiculaire ;

- de contraindre la giration du trafic motorisé afin qu'il ralentisse et qu'il croise la piste le plus possible à angle droit, avec un espace tampon grâce au déport de la piste.

► PAGE CI-CONTRE BAS

- 2 La ligne d'arrêt vélo avancée après le passage piéton, qui permet :
 - de réduire au maximum la longueur de la traversée pour les vélos,
 - de donner un temps d'avance aux vélos lorsque le feu passe au vert,
 - d'augmenter la visibilité des vélos en phase arrêtée,
 - de stocker les va-tout-droit et tourne-à-gauche sans gêner les tourne-à-droite.





▲ Utrecht (Pays-Bas), Amsterdamsestraatweg / Marnixlaan : un carrefour protégé en croix standard comme il en existe des milliers aux Pays-Bas. Le marquage rouge ne concerne qu'un seul axe qui a la priorité sur l'autre en cas de feux éteints. (Google Maps)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), Hugo de Vrieslaan : l'espace tampon créé par l'îlot de coin et le dévoiement de la piste vers l'extérieur renforcent la sécurité. (Google Street View)

Comme pour n'importe quelle intersection, la piste doit disposer de son propre domaine de voirie, sans croiser de bordures et avec des girations confortables.

Le tourne-à-gauche s'effectue en deux temps, d'où l'importance d'avoir des phases de feu rouge courtes qui minimisent les temps d'attente. L'idéal est d'avoir des boucles de détection pour

ajuster le cycle aux différents flux. Contrairement au sas, le tourne-à-gauche dans un carrefour protégé est lisible et sécurisé, sans être nécessairement moins efficace. C'est aussi une manœuvre beaucoup plus intuitive et sécurisée que le tourne-à-gauche à la danoise, qui implique de se placer à droite pour tourner à gauche.

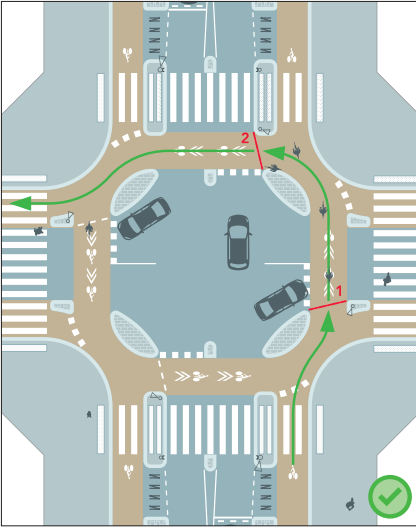


▲ Copenhague (Danemark), Tagensvej : la procédure standard pour tourner à gauche au Danemark consiste à faire un crochet à droite puis d'attendre le vert perpendiculaire. (Google Street View)

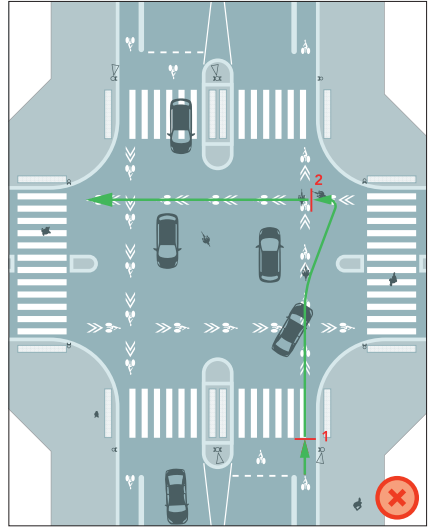


▲ Amsterdam (Pays-Bas), Roelof Hartstraat : le tourne-à-gauche avec crochet à droite est très rare aux Pays-Bas, mais pas inconnu. Il est considéré comme sous-standard. (Google Street View)

Certaines villes du nord des Pays-Bas, comme Groningue, proposent une phase de vert vélo toutes directions, avec l'intégralité du trafic motorisé arrêté, ce qui permet de tourner à gauche en une seule fois et en diagonale puisque le carrefour est réservé aux vélos.



▲ Tourne-à-gauche en deux temps à la néerlandaise



▲ Tourne-à-gauche en deux temps à la danoise



▲ Groningue (Pays-Bas), S.S. Rosensteinlaan : le tout-vert cycliste est annoncé par un panneau. Pas d'îlot de coin nécessaire et une attente des vélos avant le passage piéton avec une file de présélection pour laisser libre le tourne-à-droite qui est autorisé au rouge. (Google Street View)

Cette solution permet de sécuriser totalement le carrefour. Elle implique cependant une attente au feu en moyenne plus fréquente et plus longue, car la phase de vert cycliste est courte et allonge le cycle total. Cela incite certains cyclistes à traverser au rouge vélo en se fiant au vert

de la circulation motorisée. Les piétons subissent la même attente et la même incitation à passer au rouge, d'autant qu'il leur est difficile de traverser deux branches du carrefour en une seule phase de vert. Enfin, le mélange des différents flux vélo et piéton sur une seule phase de vert amène une situation chaotique, et possiblement conflictuelle.

La plupart des villes néerlandaises préfèrent des cycles de feux plus classiques : soit en deux phases (comme à Paris), avec des conflits pour la piste avec les mouvements tournants et un stockage des tourne-à-gauche motorisés dans le carrefour ; soit avec plusieurs phases courtes et des files de présélection qui permettent de ne pas donner le vert en même temps aux vélos et au trafic motorisé qui tourne à droite, et d'avoir une phase dédiée au tourne-à-gauche.

Dans de nombreux cas, les feux ne sont tout simplement pas nécessaires, notamment pour des intersections avec un trafic motorisé inférieur à 10 000 véhicules/jour.

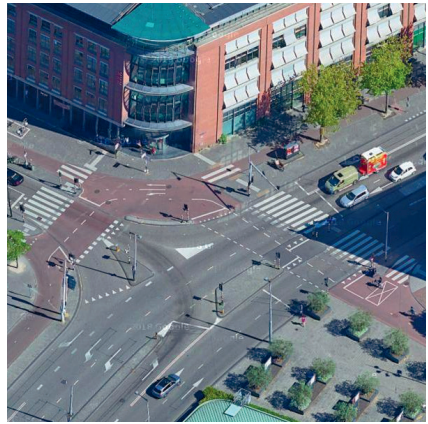


▲ Amsterdam (Pays-Bas), Alexanderplein : tous les feux du carrefour (avec trois lignes de tramway) ont été retirés en 2016, au profit de cédez-le-passage pour l'axe prioritaire, avec un gain de fluidité et de sécurité. (Google Street View)

Les principes du carrefour protégé se déclinent en de nombreuses configurations (pas seulement le carrefour en croix ou en T). Les différentes branches peuvent ne pas être équipées de pistes en site propre (unidirectionnelles ou bidirectionnelles).



▲ Bois-le-Duc ('s Hertogenbosch, Pays-Bas), Brugplein : un exemple de carrefour complexe qui combine protection et efficacité des chemements cyclables, notamment pour tourner à gauche. (Google Maps)



▲ Amsterdam (Pays-Bas), M. Visserplein : jonction de deux pistes bidirectionnelles. Les besoins de stockage ont poussé à éviter l'îlot de coin (simple bordure) et à donner un profil asymétrique à la traversée, avec plus d'espace au niveau de la ligne d'arrêt. (Google Maps)

Protéger une intersection est moins gourmand en espace que ce que l'on pourrait croire, l'îlot de coin se contentant de neutraliser une zone à priori non nécessaire au trafic motorisé. Si l'espace disponible semble manquer pour protéger une intersection, c'est sans doute, comme pour des pistes cyclables de qualité, que trop d'espace est dévolu à la voiture, ou bien que l'apaisement de l'axe et du carrefour est à privilégier en réduisant le volume du trafic motorisé.

► Utrecht (Pays-Bas), croisement Amsterdamsestraatweg / Marnixlaan : avant et après son réaménagement en carrefour protégé. Noter la disparition des sas vélo (qui ne servaient pas à tourner à gauche, mais simplement à augmenter l'espace de stockage des vélos au rouge). (utrecht.nl)

GIRATOIRES ET RONDS-POINTS

Un giratoire est un carrefour dans lequel on tourne autour d'un point central avec priorité pour les véhicules dans l'anneau. Les giratoires sont un aménagement particulièrement prisé en France, car ils permettent une baisse de l'accidentologie du trafic motorisé et une moindre congestion par rapport à un carrefour à feux.

Les ronds-points se distinguent des giratoires par l'absence de priorité à l'anneau. La priorité à droite s'y applique, généralement avec des feux pour gérer les entrées et sorties, ainsi que les traversées piétonnes. La région parisienne a la particularité d'en compter de nombreux. À Paris, ils sont même la règle exclusive.

**ÉVITER :
MINI-GIRATOIRE,
GIRATOIRE
SANS PISTE,
GRAND GIRATOIRE**

Du point de vue des vélos, on peut classer les giratoires selon leur taille, en quatre catégories :

- ① les mini-giratoires, avec un îlot central pouvant être entièrement franchissable,
- ② les petits giratoires, pour lesquels il n'y a pas la place d'insérer une piste cyclable protégée,

- ③ les giratoires moyens, avec une seule file de circulation motorisée, qui permettent d'aménager une piste protégée,
- ④ les grands giratoires, à plusieurs files de circulation.

Alors qu'une logique centrée autour de la voiture exploite volontiers l'intégralité du spectre, un urbanisme favorable au vélo évitera au contraire trois de ces quatre catégories : les mini-giratoires, les petits giratoires sans piste cyclable et les grands giratoires à plus d'une file de circulation dans l'anneau.

Les mini-giratoires (moins de 12 m de rayon) sont inconnus aux Pays-Bas, tandis que les petits giratoires sans piste cyclable y sont rares. La raison à cela est que ces aménagements ont généralement pour raison d'être d'absorber un trafic motorisé beaucoup trop élevé pour cohabiter avec les vélos. Les mini-giratoires sont particulièrement à éviter, car les automobilistes vont plus vite, du fait de l'îlot central franchissable qui permet de traverser le carrefour quasiment sans tourner le volant. Cette vitesse et la proximité des entrées et sorties posent aussi des problèmes d'anticipation, avec un risque important de refus de priorité aux vélos.

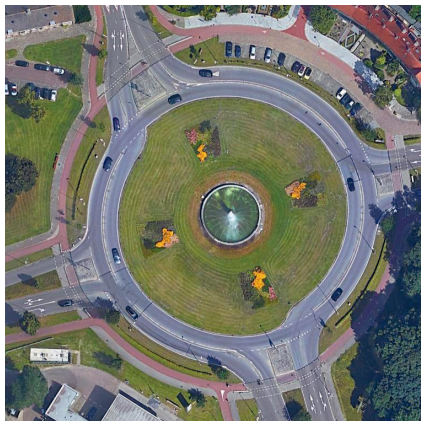


▲ Nantes, rue Nicolas Appert : un mini-giratoire qui perpétue un univers routier, hostile aux piétons et aux cyclistes, dans une zone qui devrait être apaisée. (Google Street View)



▲ Nantes, «rond-point» de Rennes : un double mini-giratoire idéal pour maximiser l'écoulement du trafic motorisé et par conséquent très angoissant pour les vélos. (Google Street View)

À l'autre bout du spectre, les grands giratoires constituent souvent des coupures urbaines majeures pour la pratique du vélo. Une simple piste cyclable circulaire sera généralement peu satisfaisante, compte tenu de l'intensité des flux motorisés, de leur vitesse (large rayon pour l'anneau motorisé), et du nombre de files à traverser.



▲ Eindhoven (Pays-Bas), Floraplein : l'un des pires giratoires des Pays-Bas, avec un rayon extérieur de 50 m. La piste unidirectionnelle sans priorité implique d'immenses détours et une attente souvent forte pour traverser chaque branche à 2x2 voies. (Google Maps)

GIRATOIRES AVEC PISTE PROTÉGÉE

Le modèle de giratoire le plus largement répandu aux Pays-Bas est le giratoire moyen incluant une piste cyclable protégée. Un tel giratoire constitue l'aménagement privilégié pour les carrefours d'importance moyenne quand l'espace disponible le permet : il assure pour les vélos une meilleure sécurité et un meilleur confort qu'un carrefour à feux dans la limite de 25 000 véhicules/jour, et de 1 500 véhicules à l'heure de pointe pour la branche la plus chargée.

Il n'est pas inutile ici de souligner les différences d'approche entre les Pays-Bas et de nombreux autres pays dont la France. Chez nous, la plupart des giratoires ont pour raison d'être de maximiser le volume du trafic motorisé en minimisant les risques d'accident entre véhicules motorisés. Ces giratoires conçus pour la voiture sont par nature défavorables au vélo. Les Pays-Bas ont une approche différente : les giratoires y sont conçus pour la sécurité et le confort des vélos avant tout, en remplacement de carrefours à feux ou de cédez-le-passage là où il y a la place. Le giratoire est au service de la ville cyclable, et non de la ville tuyaux à voiture, qui cherche à maximiser l'écoulement des flux motorisés sans les séparer des vélos.

Le giratoire moyen avec piste protégée décline les cinq principes d'une intersection sécurisée efficace :

- 1 une continuité de la piste, avec un anneau cyclable et des cheminements lisibles,
- 2 un régime de priorité explicite et cohérent avec la priorité visuelle : strict prolongement de la piste, qui s'impose visuellement par rapport à la chaussée si les vélos ont la priorité, marquage plus léger ou absent s'ils ne l'ont pas,
- 3 un espace tampon d'au moins 5 m (longueur d'une voiture) entre l'anneau motorisé et la piste, permettant aux véhicules entrants de se concentrer en premier sur la traversée des vélos, puis sur leur insertion dans le giratoire avec un espace d'attente qui ne gêne pas la piste, et aux véhicules sortants, de se stocker avant le croisement de la piste, le plus orthogonalement possible, limitant le risque d'angle mort,

- 4 des rayons de girations peu élevés pour ralentir le flux motorisé, avec un anneau motorisé à une seule voie réduit au minimum de 5 ou 6 m de largeur (avec surlargeur au niveau de l'îlot central pour la giration des poids-lourds),
- 5 un cheminement cyclable sans seuil et avec des girations confortables pour entrer et sortir de l'anneau.

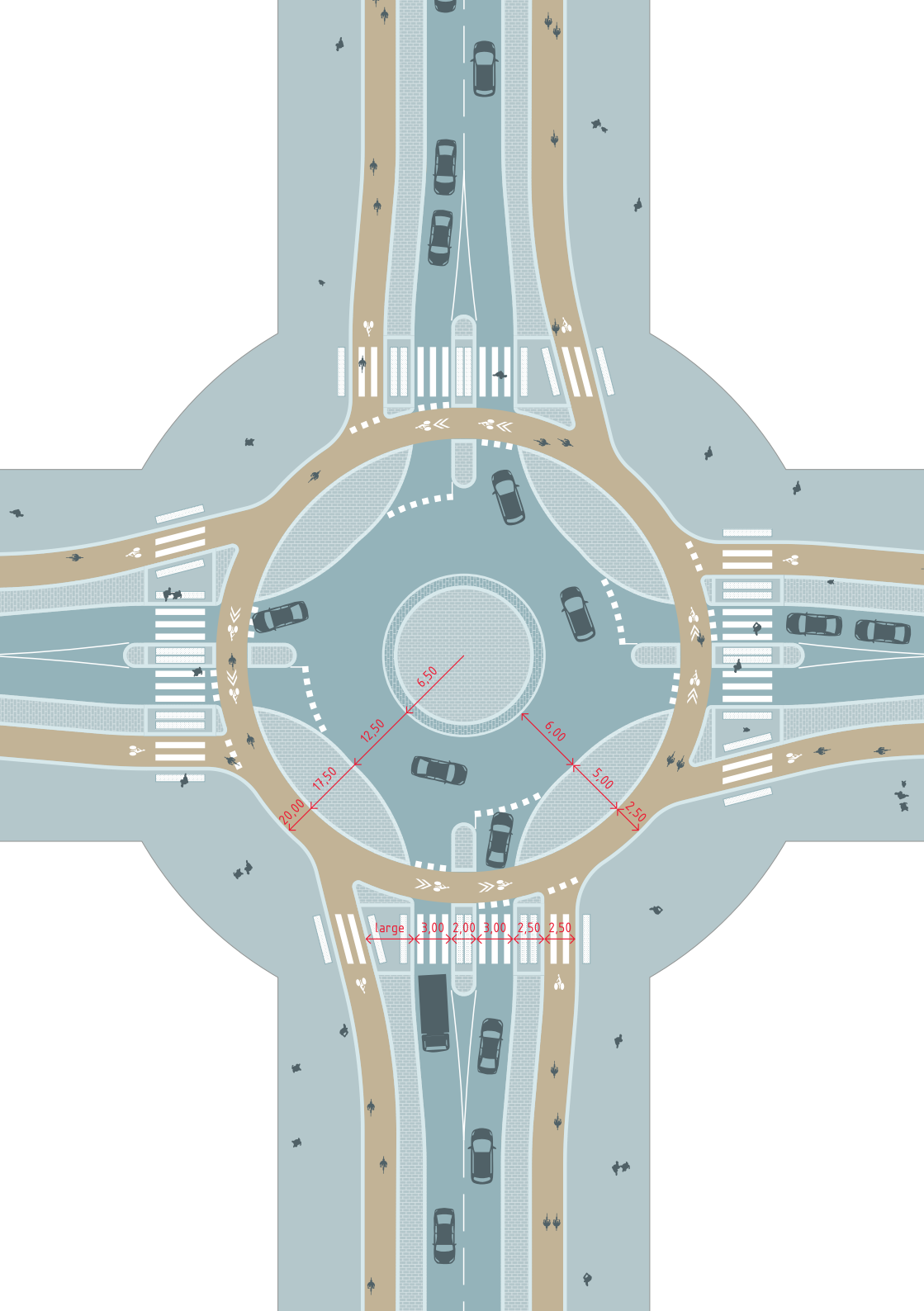
Le giratoire le plus courant est alors de cette forme :

► SCHÉMA CI-CONTRE

La piste est circulaire, unidirectionnelle, et a la priorité sur les véhicules entrants et sortants de l'anneau motorisé. Plusieurs arguments sont en faveur de cette priorité :

- elle facilite le franchissement à vélo des branches du giratoire, surtout si le trafic motorisé est significatif,
- elle a l'intérêt d'aligner le régime de priorité des vélos sur celui des piétons, évitant ainsi de rendre confuse les interactions avec les véhicules motorisés sortants du giratoire (vélo qui ne pourrait pas traverser en même temps que des piétons si la voiture est prioritaire sur le vélo),
- c'est un facteur d'apaisement du trafic motorisé et de sécurisation des traversées piétonnes.

Chaque branche motorisée ne dispose que d'une seule file dans chaque sens. Avec deux files entrantes ou sortantes, un véhicule sur une première file risquerait de masquer la visibilité de l'autre file et du vélo dans l'anneau cyclable. Les sorties de l'anneau cyclable doivent se faire le plus en amont possible de la traversée de la chaussée pour que le cheminement des vélos (sortir ou continuer sur l'anneau cyclable) soit le plus prévisible possible.



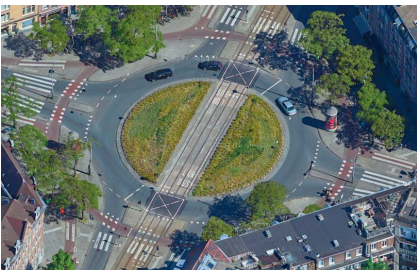


▲ Amsterdam (Pays-Bas), Frederik Hendrikstraat : la sortie de l'anneau cyclable s'effectue quelques mètres en amont du croisement entre l'anneau cyclable et la chaussée pour améliorer la prévisibilité de la trajectoire vélo. Un tel espacement n'est pas nécessaire de l'autre côté. (Google Street View)

Avec un terre-plein central et un anneau motorisé ayant un rayon extérieur minimal de 12,50 m, un espace tampon de 5 m et une piste unidirectionnelle de 2 m au moins, l'emprise minimale nécessaire pour un giratoire avec piste protégée est un rayon de 19,50 m.



▲ Veldhoven (Pays-Bas), De Dom : un giratoire proche du minimum possible avec 20 m de rayon (13 pour la chaussée et l'îlot central). (Google Maps)



Les ceinturages bidirectionnels peuvent être très utiles pour assurer une connexion entre des pistes bidirectionnelles entrantes et sortantes, sans imposer un tour complet et des franchissements supplémentaires. Dans ce cas, donner la priorité aux vélos est souvent déconseillé, car cela accroît la quantité d'information à traiter par les automobilistes, avec un risque accru de refus de priorité. Ce choix n'en demeure pas moins assez courant aux Pays-Bas, pour ne pas obliger les vélos à devoir multiplier les arrêts.

Il est alors vivement recommandé de prendre des mesures supplémentaires, notamment une signalisation renforcée, un passage en plateau, et des îlots refuges permettant le stockage des vélos (2 m minimum) entre chaque file de circulation, afin de ne traverser et de ne faire attention qu'à un seul flux motorisé à la fois.



▲ Amersfoort (Pays-Bas), Paladijnenweg / Holkerweg : un giratoire avec un anneau cyclable prioritaire unidirectionnel pour le franchissement est-ouest et bidirectionnel pour le franchissement nord-sud afin d'assurer une bonne continuité des itinéraires cyclables. Les franchissements bidirectionnels disposent d'un plateau traversant. (Google Maps)

◀ Amsterdam (Pays-Bas), Frederik Hendrikstraat : un giratoire un peu plus large de 27 m de rayon (20 pour la chaussée et l'îlot central). (Google Maps)



▲ Delft (Pays-Bas), Delflandplein : un giratoire traversé par des voies bus et tram, ceinturé par une piste bidirectionnelle prioritaire sur plateau traversant, et non circulaire. (Google Maps)

Priver la piste cyclable de la priorité améliore la sécurité (pas de risque de refus de priorité) mais au détriment du confort et de l'efficacité du cheminement cyclable, notamment si le trafic motorisé est dense (difficulté à s'insérer, temps d'attente accrus et multipliés). Les Néerlandais réservent généralement ce régime de priorité à des zones peu denses, avec des vitesses motorisées plus élevées mais un trafic moindre et peu de piétons.

On adoptera alors un dessin différent pour la piste, abandonnant le cercle. Les principes qui régissent ce dessin sont les suivants :

► SCHÉMA PAGE SUIVANTE

- des croisements orthogonaux maximisant la visibilité réciproque,
- des îlots refuge systématiques entre chaque file à traverser pour permettre de passer une branche en deux temps,
- des rayons de giration réduits pour les vélos (mais toujours supérieurs à 3 m), qui limitent la vitesse aux points de conflits (croisements), les vitesses maximales étant atteintes dans les parties protégées (le cercle cyclable a les propriétés exactement inverses, la vitesse maximale étant atteinte au croisement).

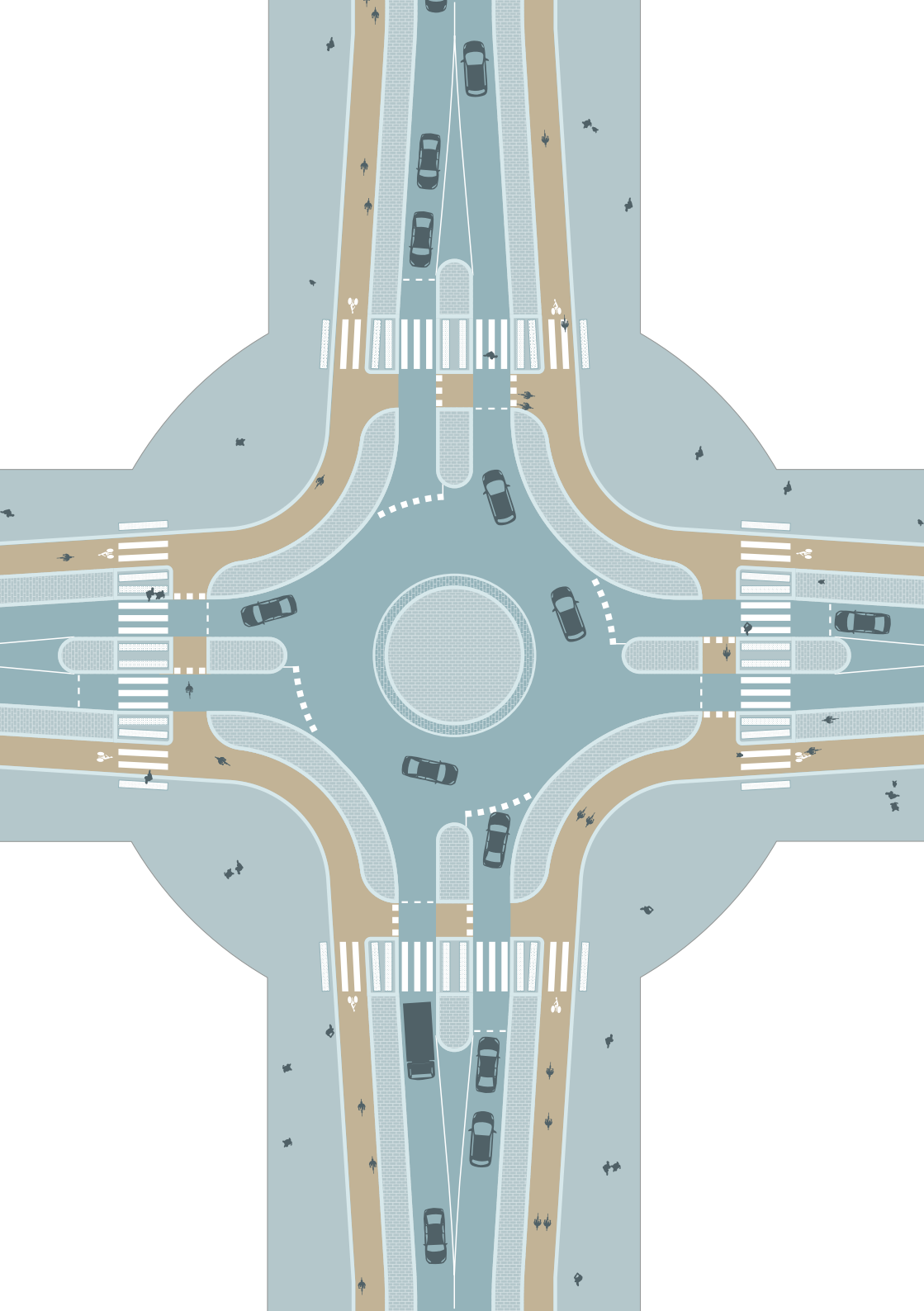


▲ Leeuwarden (Pays-Bas), Archipelweg : la piste unidirectionnelle n'a pas la priorité et perd son revêtement rouge à chaque traversée de chaussée. La priorité visuelle dictée par l'aménagement est conforme au régime de priorité (y compris pour les piétons, qui ici n'ont pas priorité non plus). (Google Maps)



▲ Leeuwarden (Pays-Bas), Kalverdijkje : la piste bidirectionnelle n'a pas la priorité sur trois des quatre branches. La quatrième branche est une impasse traitée avec une piste continue et un trottoir traversant. (Google Maps)

Comme pour les carrefours protégés, il n'est pas nécessaire que chaque branche d'un giratoire protégé dispose de pistes cyclables, mais il faut en revanche que chaque branche possède des amorces.





▲ Veldhoven (Pays-Bas), De Beemb : une branche apaisée connectée au giratoire par des amorces de pistes sans aucun seuil, ni bordure, ni fil d'eau. (Google Maps)

RENDRE LES AUTRES GIRATOIRES CYCLABLES

Dans les giratoires au rayon inférieur à 19,50 m, l'espace manque pour une piste protégée de façon satisfaisante. En l'absence de possibilité de modifier l'emprise, il convient soit d'envisager un autre aménagement moins gourmand en espace (carrefour protégé avec ou sans feux), soit, comme pour les rues ne permettant pas d'aménagement séparé, de réduire le volume du trafic motorisé par le plan de circulation. En dessous de 6 000 véhicules/jour, il n'est pas nécessaire de séparer les vélos dans un giratoire de petite taille, avec une chaussée de 5,50 m qui ne permet pas de doubler facilement un vélo.

▼ Assen (Pays-Bas), Bosstraat : un petit giratoire de 13 m de rayon extérieur dans un quartier résidentiel à faible trafic avec deux branches transformées en impasse. (Google Street View)



Lorsque l'espace est contraint, il est tentant de réduire l'espace tampon entre l'anneau motorisé et l'anneau cyclable : hélas, l'aménagement perd alors l'essentiel de son caractère protégé pour les vélos qui sont peu visibles, notamment des poids-lourds.

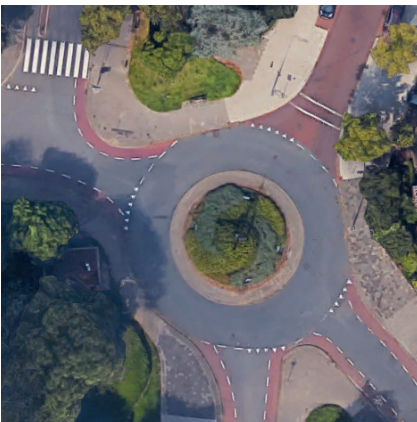


▲ Veldhoven (Pays-Bas), Dorpstraat : l'espace plus contraint a poussé à ne pas aménager d'espace tampon. Seuls les tourne-à-droite sont sécurisés. Il s'agit aux Pays-Bas d'aménagements anciens désormais exclus des bonnes pratiques. (Google Maps)

Le marquage d'une simple bande cyclable sur le bord droit de l'anneau motorisé est à éviter absolument. Les études d'accidentologie montrent que cette bande rend le giratoire plus dangereux que l'absence pure et simple de marquage : les vélos sont contraints de circuler là où ils sont les moins visibles (angle mort, en particulier des poids-lourds) en donnant l'impression aux automobilistes de sortir du giratoire à chaque branche, ce qui est propice à un refus de priorité.



▲ Nimègue (Pays-Bas), Daalseweg : la bande cyclable dans l'anneau a été supprimée en 2017 pour ne pas favoriser une mauvais positionnement des vélos. Mieux vaut rien qu'une bande cyclable dans un giratoire... (Google Street View)



▲ Delft (Pays-Bas), Westplantsoen : les bandes cyclables s'interrompent pour ne pas inciter les vélos à rouler sur l'extérieur de l'anneau giratoire. (Google Maps)

Réduire le trafic sur les petits giratoires dépourvus de piste protégée est le seul

moyen d'assurer un usage serein de l'anneau motorisé par les vélos. Toutes les solutions visant à un meilleur partage de l'espace sans diminuer le volume du trafic ne peuvent améliorer les choses qu'à la marge, sans agir significativement sur le sentiment d'insécurité.

Ajouter des pictogrammes vélo au centre de l'anneau pour favoriser un meilleur positionnement des vélos ne change ainsi pas grand-chose à la cyclabilité d'un giratoire qui accueille un trafic important.



▲ Nantes, Bourgeonière / Guy Mollet : le marquage vélo au centre de l'anneau motorisé favorise un positionnement moins accidentogène, mais ne permet pas de diminuer le stress engendré par la cohabitation avec un trafic automobile dense. (Google Street View)

Il en va de même des «espaces partagés» (*shared spaces*), qui cherchent à effacer les limites entre les différents domaines de voirie. Ces projets améliorent l'esthétique de l'espace public (suppression des codes routiers), ce qui leur vaut une certaine popularité. Mais la cyclabilité demeure faible car le but recherché est simplement de ralentir le trafic motorisé et de le fluidifier, sans en limiter le volume. Face à des flux de voitures plus lents, mais nombreux et moins canalisés, ce sont surtout les cyclistes « intrépides » ou « enthousiastes » qui parviennent à s'imposer. À l'inverse, la « majorité intéressée

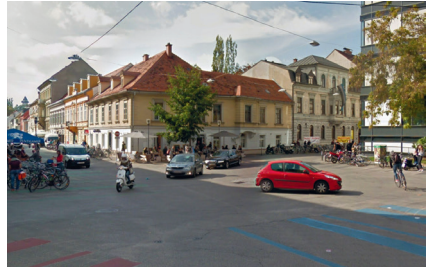
mais inquiète» (les 60 %) goûte très peu le sentiment d'insécurité induit par le concept (l'idée de base est qu'un environnement qui semble moins sûr amène plus de prudence, ce qui améliore la sécurité). La situation est souvent encore plus critique pour les piétons les plus fragiles (personnes âgées, malvoyants), réfugiés sur les pourtours, qui peinent à traverser.



▲ Drachten (Pays-Bas), Laweiplein : un giratoire sans signalisation verticale, ni piste cyclable, et une différenciation minimale entre le trottoir et la chaussée. Souvent donné en exemple, ce giratoire pousse surtout les vélos à rouler avec les piétons. (Google Street View)



▲ Poynton (Royaume-Uni), Fountain Place : les pavés et les trottoirs abaissés de ce double-giratoire visent à ralentir le flux motorisé. Mais confronté à un trafic intense (26 000 véhicules/jour), le vélo à gauche de l'image préfère se réfugier sur le trottoir dans l'attente de pouvoir traverser. (Google Street View)



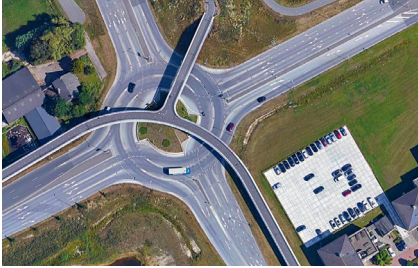
▲ Graz (Autriche), Sonnenfelsplatz : un *shared space* avec 15 000 véhicules/jour et plusieurs lignes de bus remplaçant un giratoire très routier. Le concept fonctionne un peu mieux qu'ailleurs car il prend place sur un campus, avec beaucoup d'étudiants à pied ou à vélo, qui ont moins de peine à s'imposer que d'autres populations. Pour les malvoyants, des lignes de guidage les contraignent à littéralement raser les murs. (Google Street View)

L'espace partagé sans réduction de trafic conserve l'éléphant dans le magasin de porcelaine en portant l'illusion que cela ne pose pas de problème. Beaucoup d'argent dépensé pour maintenir des flux motorisés excessifs, au lieu de les réduire.

Pour les giratoires d'au moins 19,50 m de rayon, il est techniquement possible d'implanter une piste en limitant l'anneau motorisé à une seule file ou en réduisant la taille de l'îlot central. La principale contrainte est de faire accepter une moindre capacité (deux files motorisées dans l'anneau accueillent jusqu'à 40 000 véhicules/jour), ce qui est néanmoins

assez aisé pour un grand nombre de giratoires surdimensionnés, avec une accidentologie médiocre.

S'il est impossible de réduire la place allouée au trafic motorisé, l'idéal est d'aménager des passages dénivelés (tunnels ou passerelles) évitant toute interaction avec le trafic motorisé.



▲ Rosmalen (Pays-Bas), Empelseweg : une passerelle à trois branches permet d'éviter ce point noir entre Bois-le-Duc et sa banlieue. (Google Maps)

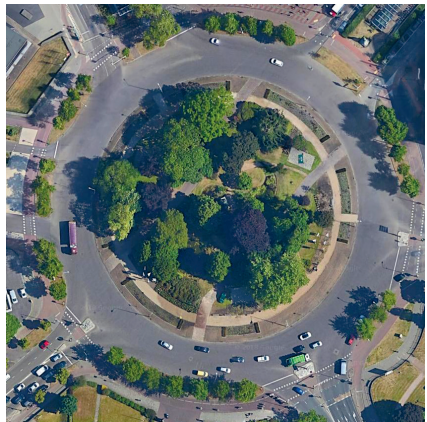


▲ Papendrecht (Pays-Bas), Burgemeester Keizerweg : une alternative un peu extrême au passage dénivelé : la piste bidirectionnelle ne croise que deux branches, où elle a la priorité, avec un îlot refuge et un plateau traversant pour chaque file de circulation entrante et sortante. (Google Maps)

Ces solutions n'en demeurent pas moins très coûteuses et délicates à insérer en milieu urbain dense. L'alternative est alors de transformer le giratoire en rond-point à feux.

DES RONDS-POINTS ADAPTÉS AUX VÉLOS

L'ajout de feux sur les grands ronds-points est une condition indispensable pour implanter une piste cyclable. Compte tenu des flux motorisés en présence et de leur vitesse, il est essentiel de dissocier les mouvements en conflits, surtout si l'on envisage une piste bidirectionnelle très utile pour éviter les détours. Les feux permettent de lever les contraintes sur la taille, le dessin et la capacité du rond-point, par rapport au giratoire (par définition sans feux, sauf pour des flux exceptionnels tels qu'une ligne de tramway).

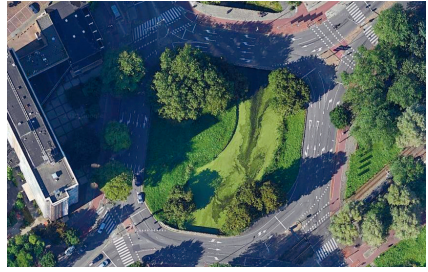


▲ Nimègue (Pays-Bas), Keizer Karelplein : un rond-point à six branches très routier (et quasi unique aux Pays-Bas avec une forte accidentologie motorisée) qui fait écho à certaines places parisiennes. Une piste bidirectionnelle ceinture la chaussée avec des feux de signalisation en entrée et sortie à chaque croisement. (Google Maps)



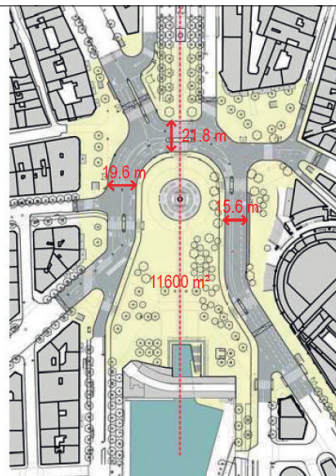
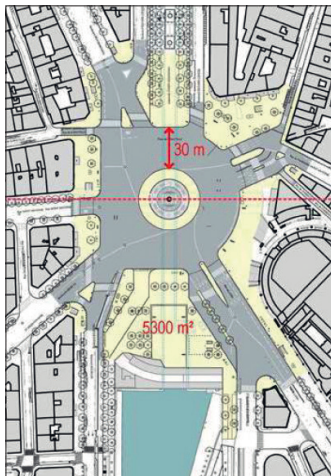
▲ Paris 16^e, place du Maréchal de Lattre de Tassigny (Porte Dauphine): un rond-point sans feux avec priorité à droite et de multiples files, ceinturé par une bande cyclable. Un véritable hachoir à vélos qui oblige à des détours gigantesques. L'extension du tram T3 permettra la mise en place d'un anneau cyclable bidirectionnel, mais sans garantie d'équipement en feux pour l'instant. (Google Maps)

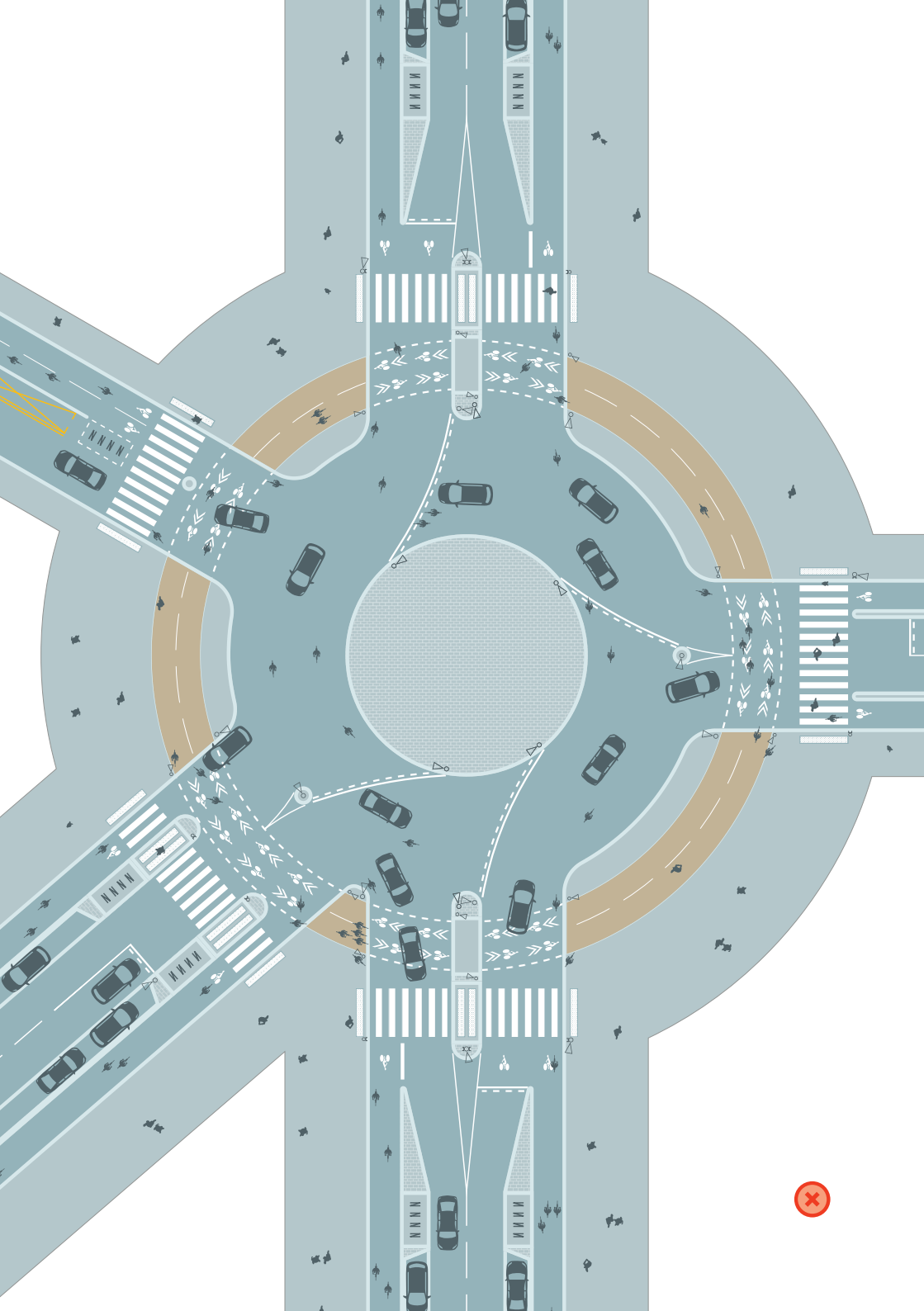
▼ Paris, place de la Bastille : avant et après les travaux supprimant le mouvement circulaire et réduisant la largeur de la chaussée motorisée. (paris.fr)

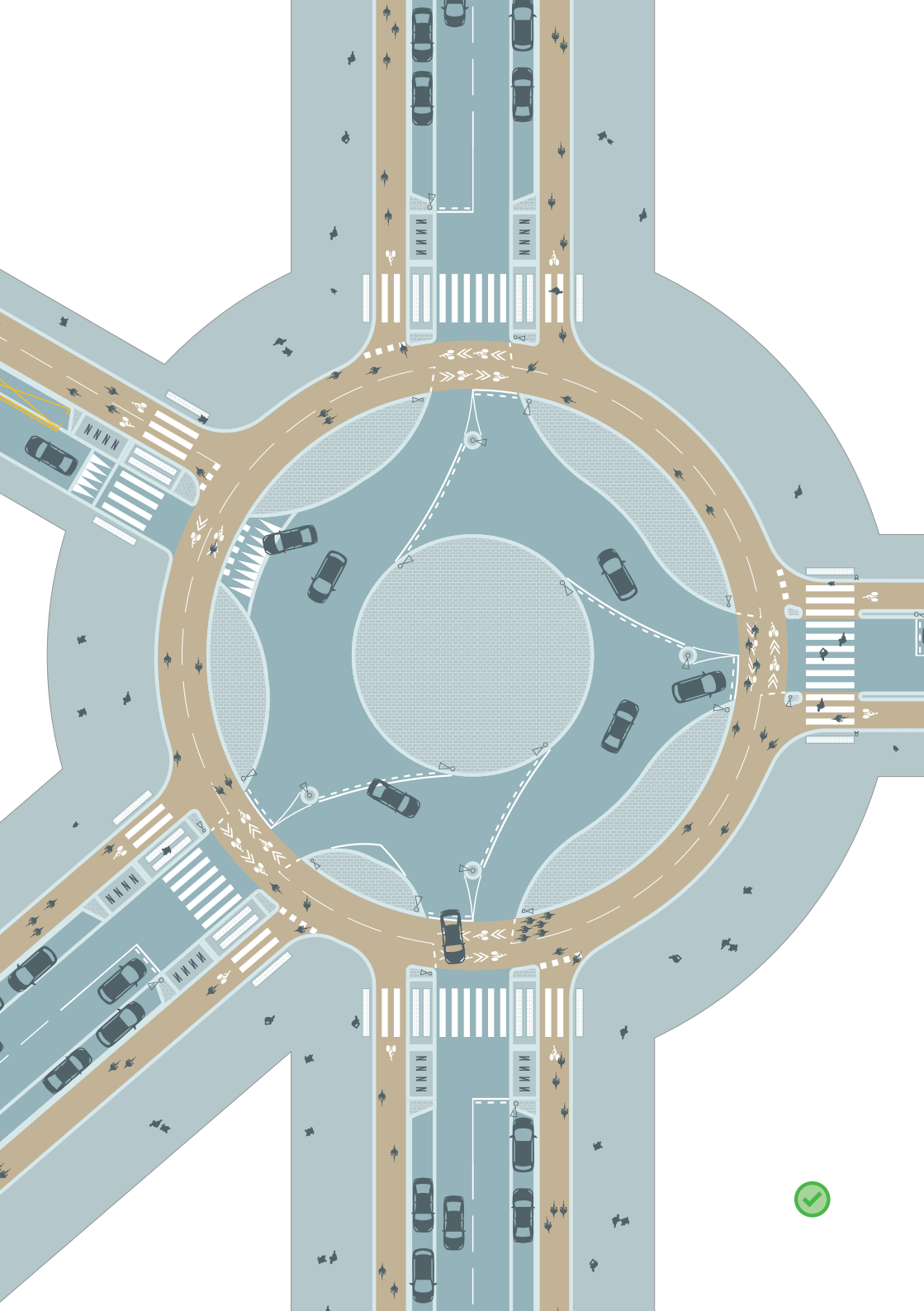


▲ La Haye (Pays-Bas), Erasmusplein : un rond-point à feux très routier mais qui permet un cheminement cyclable bidirectionnel à la fois sûr et efficace. (Google Maps)

Pour assurer une bonne cyclabilité des grands ronds-points, il faut également réduire leur taille, et, au besoin, les simplifier, par des sens uniques de branches par exemple, voire par des fusions de branches ou des fermetures d'accès directs (gestion en contre-allée, mise en impasse...). On pourra aller jusqu'à un abandon de la gestion en rond-point, en remettant la circulation d'un seul côté de la place, sur le modèle de République ou de Bastille à Paris.







Comme pour un giratoire ou un carrefour conventionnel, l'implémentation est cruciale. Il ne s'agit pas d'ajouter un simple anneau cyclable mais de prolonger les pistes dans le rond-point en conservant un domaine de voirie propre au vélo.

◀ SCHÉMA PAGE 132

Un aménagement dysfonctionnel : l'anneau cyclable dans le prolongement des trottoirs. La piste multiplie les franchissements de bordures et la couleur est utilisée là où elle sert le moins, hors des zones de conflits. Aucun rayon de giration n'est pris en compte pour les entrées et les sorties de l'anneau. De plus, aucun espace de stockage n'est prévu pour prendre l'anneau dans le sens contraire à la circulation (horaire). L'aménagement incite donc à continuer « tout droit » : l'anneau n'est pensé que pour les débutants et les familles, selon une logique contre-productive de « double-aménagement ».

◀ SCHÉMA PAGE 133

Un seul aménagement, sûr et efficace. Le trottoir s'arrête là où commence la piste. La piste est continue avec des girations confortables. Tout espace non utile à la circulation motorisée ou cycliste est neutralisé (terre-pleins) et sert de protection ou de stockage des cycles. Surtout, il n'y a ni possibilité ni incitation, car aucun intérêt, à ne pas emprunter la piste. Notons qu'un tel aménagement fonctionne aussi bien sans couleur.

Enfin, une attention toute particulière doit être accordée au phasage des feux, qui ne doivent pas imposer de multiples arrêts aux vélos et favoriser la circulation motorisée. Il en va de la crédibilité de l'aménagement cyclable, qui sera inmanquablement boudé s'il implique un franchissement du rond-point plus pénible que sur la chaussée.



▲ Paris 15^e, place Cambronne : la piste ceinturant la place remplit mal sa fonction. Alternant entre chaussée pavée et bouts de trottoir, elle oblige les vélos à marquer davantage d'arrêts au rouge que les voitures dans l'anneau. Le détour circulaire proposé perd ainsi sa crédibilité, d'autant qu'il ne permet pas non plus d'assurer un passage sûr au vert : faute de feux pour le mouvement tournant, d'un espace de stockage intégré au design, et d'une bonne signalisation de la piste, les voitures marquent l'arrêt sur la piste devant le passage piéton, sans prêter attention aux vélos. (Paris en Selle)

CONCLUSION

CONSTRUIRE

LA VILLE

CYCLABLE

La ville cyclable se construit progressivement, pas à pas, mais nécessite d'avoir une vision d'ensemble. Il faut un plan.

- Un plan ambitieux qui vise l'usage du vélo pour toutes et tous, notamment les enfants, et pas seulement une minorité d'adultes «intrépides» ou «enthousiastes».
- Un plan qui se donne pour objectif de rendre le vélo désirable et pas simplement possible. Pour que le vélo soit attractif, et chasse toute image de pénibilité et d'insécurité, il faut un environnement valorisant, qui cesse de traiter les cyclistes comme des usagers de seconde zone, uniquement tolérés s'ils n'occupent pas trop de place. Comme pour les transports en commun, l'image que renvoie l'infrastructure et la qualité de l'expérience usager sont fondamentales pour activer le report modal.
- Un plan qui propose une approche systémique et pense les déplacements à vélo en termes de réseau et de maillage. Essayer de rendre cyclable chaque rue ou chaque carrefour indépendamment des autres montre rapidement ses limites. La grande majorité des rues et des intersections ne peuvent pas être rendues cyclables en gardant leur fonction existante de tuyaux à voitures. L'espace disponible ne le permet tout simplement pas. Il faut donc s'attaquer au plan de circulation, et démêler le réseau motorisé du réseau cyclable.

- Un plan qui pense les aménagements de voirie comme la colonne vertébrale d'un système vélo performant, sans négliger les autres aspects non couverts dans ce guide (maintenance et entretien de l'infrastructure, intermodalité vélo-train, stationnement sécurisé, services de location, d'entretien et de réparation, politique d'apprentissage du vélo, communication et incitations au changement à l'école, dans les administrations et les entreprises, etc.).
- Un plan qui projette le développement du vélo dans une évolution d'ensemble de la ville améliorant la qualité de vie et les déplacements des piétons. Pour ces derniers, une ville cyclable implique moins de voitures et un urbanisme moins hostile et moins laid : grands axes moins routiers, moins de stationnement automobile, rues locales quasi sans voitures, trottoirs traversants, pas de vélos sur les trottoirs...

La feuille de route pour rendre une ville cyclable cible trois priorités :

❶ Réduire le nombre d'axes pour lesquels il faut des pistes cyclables.

Il s'agit ici de repenser le plan de circulation afin d'augmenter au maximum le linéaire de rues apaisées. Ce processus de hiérarchisation du réseau viaire a pour objectif à terme de ne conserver du transit motorisé que sur des axes susceptibles d'accueillir des pistes cyclables de qualité. Dans un premier temps, cet apaisement permet surtout de favoriser les courts trajets à vélo, mais aussi certains trajets interquartiers empruntant de longues rues étroites, qui accueillent jusque-là du transit motorisé.

Modifier le plan de circulation est un sujet sensible politiquement, mais peut parfois trouver des alliés (utiles là où le vélo est marginal) chez les habitants excédés des nuisances, car ces mesures d'apaisement sont immédiatement bénéfiques à la vie locale et peuvent être accompagnées d'un plan d'élargissement de trottoirs et de végétalisation.

Parallèlement, généraliser le double-sens cyclable, y compris dans les petites rues non encore déchargées de leur transit, est « facile » et peu coûteux à mettre en œuvre, et peut déjà avoir un impact majeur sur la cyclabilité.

❷ Aménager un réseau magistral attractif. Apaiser ne suffit pas, notamment si l'on veut rendre le vélo attractif pour des trajets un peu longs (type domicile-travail). L'étape suivante, qui s'envisage en parallèle de la première, mais qui prend en général plus de temps

à aboutir (travaux plus longs et plus coûteux), consiste à sélectionner les itinéraires moyenne / longue distance les plus pertinents entre les principales zones génératrices de trafic (gares, pôles d'emplois ou universitaires, lycées et collèges, équipements sportifs, de loisir et culturels, pôles de centralité avec commerces, restaurants...).

Ce réseau magistral doit être continu avec une logique d'itinéraires cyclables (de A à B) qui supprime les ruptures entre les différents tronçons (contrairement à la logique d'aménagement rue par rue), qu'il s'agisse de simples points noirs (carrefours, places), ou de plus importantes coupures urbaines (grandes infrastructures routières et ferroviaires, cours d'eau). Ces itinéraires n'empruntent pas forcément que des pistes cyclables le long de grands axes motorisés bien identifiés. Il peut aussi s'agir de pistes cyclables plus paisibles à l'écart du trafic motorisé, ou bien de vélorues dans des zones à très faible trafic. Dans tous les cas, ce réseau magistral doit assurer des itinéraires sûrs, lisibles, confortables et directs, et viser un maillage de l'ordre de 300 à 500 m.

❸ Faire disparaître tous les sens uniques restants.

L'amélioration du réseau secondaire doit particulièrement cibler les sens uniques résiduels (hors zones apaisées et réseau magistral), qui sont autant de coupures urbaines dans un sens, obligeant à des détours pénibles, et rendant les itinéraires à vélo moins lisibles et plus difficiles à retenir (pas le même chemin à l'aller et au retour).

ANNEXE :

TABLE DES DIMENSIONS

Voici un tableau indicatif des dimensions des éléments constitutifs d'une rue, permettant de mieux saisir les différentes contraintes. Certaines ont un caractère réglementaire (norme pompiers ou personnes à mobilité réduite), d'autres répondent à des normes volontaires : par exemple, il n'existe aucune obligation réglementaire d'implanter un

refuge pour les traversées piétonnes, mais les nouveaux aménagements respectent la norme NF 98-350, qui recommande un refuge d'au moins 2 m pour les chaussées supérieures à 12 m.

(Les dimensions des voies ou des files s'entendent du bord du trottoir à l'axe du marquage)

Vélo	0,65 m
Vélocargo triporteur	0,90 à 1,00 m
Vélo gabarit dynamique	1,00 m
Véhicule léger / SUV	1,75 m / 2,00 m
Poids-lourd, bus	2,50 m
Trottoir norme minimale accessibilité	1,40 m sans mobilier
Trottoir confort minimum	1,80 m sans mobilier, 2,20 m avec
Trottoir confortable	≥ 2,70 m
Piste cyclable unidirectionnelle	2,00 à 2,50 m (×2) hors séparateur
Piste cyclable bidirectionnelle	3,00 à 4,00 m hors séparateur
Séparateur piste simple	0,20 m minimum (≥ 0,50 m recommandé si piste unidirectionnelle ≥ 1,00 m si piste bidirectionnelle)
Place de stationnement latéral	1,80 à 2,00 m (5 m de long)
Place de stationnement PMR (Personnes à mobilité réduite)	2,00 m si portière conducteur le long du trottoir 3,30 m sinon (5 m de long)
Place de livraison	2,00 à 2,20 m (12 à 15 m de long)
Espace tampon piste-stationnement	≥ 0,50 m
Implantation des feux	à 0,70 m du bord de la chaussée sauf exception
Quai bus avec abribus	2,30 m minimum (2,50 m recommandé)
Quai bus sans abribus	1,50 m minimum (aire de retournement fauteuil)
Refuge piéton norme minimale accessibilité	1,50 m
Refuge piéton (et vélo) standard	2,00 à 2,50 m (si traversée en 2 temps)
Traversée de chaussée maximale sans refuge	12,00 m (recommandation)
Passage piéton standard	4,00 m minimum

ANNEXE : TABLE DES DIMENSIONS

Voie échelle : norme pompiers obligatoire à respecter pour la desserte des immeubles dont le plancher bas du dernier étage est situé à plus de 8 m du sol. Les immeubles de plus de 7 étages ne sont pas concernés.	4,00 m, à moins de 8 m et à plus d'1 m des façades. Longueur minimale 10 m. Possibilité d'y déroger sur 20 m avec une largeur de 3,00 m minimum. La voie échelle peut être sur le trottoir ou à cheval entre la chaussée et le trottoir (ou la piste cyclable) si la différence de niveau n'excède pas 5 cm.
Voie engins (rues n'étant pas concernées par l'obligation d'une voie échelle)	3,00 m
Chaussée 1 file sens unique	3,00 m (norme pompiers voie engins) 4,00 m (norme pompiers voie échelle)
Chaussée 1 file sens unique avec bus	3,20 m
Chaussée 1 file sens unique avec contresens cyclable confortable	3,85 m (minimum) 4,00 m (standard) 4,50 m (si stationnement bilatéral)
Chaussée 1 file sens unique avec dépassement véhicules d'urgence et convois exceptionnels	4,90 m
Chaussée 2 files sens unique	5,50 m (voitures sur 1 file hors stockage au feu)
Chaussée 2 files sens unique avec bus	5,80 m
Chaussée à double sens	5,50 m
Chaussée à double sens avec bus	6,30 à 6,50 m (6,00 m si zone 30)
File de circulation	2,70 m (minimum) 3,00 m (standard) 3,20 m (standard bus)
File de stockage pour tourner au feu	2,60 m
Voie bus	3,20 à 3,50 m (3,00 m mini au feu ou au refuge piéton)
Voie bus avec séparateur ouvert aux vélos	4,50 m hors séparateur (0,30 m minimum)

RÉFÉRENCES

GUIDES, BROCHURES OU RECUEILS DE FICHES TECHNIQUES

- ADFC Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club, *So geht Verkehrswende, Infrastrukturelemente für den Radverkehr*, 2018
- Cambridge Cycling Campaign, *Making Space for Cycling, A guide for new developments and street renewals*, 2014
- Cerema, *Voirie urbaine: Guide d'aménagement*, 2016
- Cerema, *Fiches Vélo Aménagements: Recommandations et retours d'expériences*
- Cerema, *Une voirie pour tous: Rues et espaces publics à vivre*
- City of Vancouver, *Transportation Design Guidelines: All Ages and Abilities Cycling Routes*, 2017
- Communauté urbaine de Strasbourg, *Le vélo dans la ville: guide des aménagements cyclables*, 1998
- Crow, *Basiskensmerken kruispunten en rotondes*, 2015
- Crow, *Design Manual for Bicycle Traffic*, 2016
- Crow, *Fietsberaadnotitie aanbevelingen fietsstraten binnen de kom*, 2019
- Cycling Embassy of Denmark, *Collection of Cycle Concepts*, 2012
- Fietsberaad, *Continuous and integral: The cycling policies of Groningen and other European cycling cities*, 2006
- Grenoble Alpes Métropole, *Guide de la voirie de l'agglomération grenobloise*, 2012
- Mairie de Paris, *Charte d'aménagement des espaces civilisés*, 2002
- Mairie de Paris, *Guide de la signalisation horizontale à Paris*, 2015
- Nantes Métropole, *Guide vélo: Principes d'aménagements cyclables sur le territoire de Nantes Métropole*, 2013
- National Association of City Transportation Officials (Nacto), *Urban Bikeway Design Guide*, 2014
- Nacto, *Designing for All Ages & Abilities. Contextual Guidance for High-Comfort Bicycle Facilities*, 2017
- Nacto, *Don't Give Up at the Intersection Designing All Ages and Abilities Bicycle Crossings*, 2019
- Presto, *Cycling Policy Guide: Cycling Infrastructure*, 2010
- Stif: Syndicat des transports d'Île-de-France, *Aménagements des points d'arrêt*, 2011
- Sustrans, *Handbook for cycle-friendly design*, 2014

OUVRAGES

- Melissa Bruntlett, Chris Bruntlett, *Building the Cycling City, The Dutch Blueprint for Urban Vitality*, Washington DC, Island Press, 2018
- Mikael Colville-Andersen, *Copenhagenize, The Definitive Guide to Global Bicycle Urbanism*, Washington DC, Island Press, 2018
- Frédéric Héran, *Le retour de la bicyclette, Une histoire des déplacements urbains en Europe, de 1817 à 2050*, Paris, La découverte, 2014
- Ruth Oldenziel, Martin Emanuel, Adri Albert de la Bruhèze, Frank Veraar (ed.), *Cycling Cities: The European Experience, Hundred Years of Policy and Practice*, Foundation for the History of Technology and Rachel Carson Center for Environment and Society, 2016
- John Pucher, Ralph Buehler (ed.), *City Cycling*, Cambridge, The MIT Press, 2012
- Carlton Reid, *Bike Boom: The Unexpected Resurgence of Cycling*, Washington DC, Island Press, 2017
- Peter Walker, *Bike Nation, How Cycling Can Save the World*, London, Yellow Jersey press, 2017
- Ton Welleman, *The Dutch Bicycle Master Plan: Description and evaluation in an historical context*, Directorate-General for Passenger Transport, 1999

BLOGS ET SITES INTERNET

bicycledutch.wordpress.com
 aviewfromthecyclepath.com
 roberttweetman.wordpress.com
 departmentfortransport.wordpress.com
 aseasyasridingabike.wordpress.com
 voiriepourtout.cerema.fr
 zonederencontre.ch

ARTICLES OU RAPPORTS SCIENTIFIQUES

- Rachel Aldred. "Cycling near misses: Their frequency, impact, and prevention." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 90: 69-83, 2016
- Jennifer Dill and Nathan McNeil, "Four Types of Cyclists? Examination of Typology for Better Understanding of Bicycling Behavior and Potential", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2387: 129-138, 2013
- Jan Garrard, Geoffrey Rose, Sing Kai Lo, "Promoting transportation cycling for women: the role of bicycle infrastructure", *Preventive Medicine*, 46 (1), pp. 55 - 59, 2008
- Shinji Tsubohara, "The effect and modification of the Traffic Circulation Plan (VCP) - traffic planning in Groningen in the 1980s", *Urban and Regional Studies Institute Research Report*, 317, 2007
- John Pucher, Ralph Buehler, "Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany", *Transport Reviews*, 28, 4: 495-528, 2008

LES AUTEURS



© LINA DIAMANT

SIMON LABOURET

Simon Labouret est docteur en science politique et chargé de mission vélo à la Métropole de Grenoble. Militant associatif à Grenoble, puis en région parisienne en tant que porte-parole de Paris en Selle, il s'est fortement investi dans le suivi des projets d'aménagements cyclables. Plus qu'une boîte à outils, il espère que ce guide permettra de mieux faire connaître à Paris et en France les solutions qui ont fait leurs preuves en Europe pour mettre en selle le plus grand nombre.



© LINA DIAMANT

RIVO VASTA

Rivo Vasta est diplômé de l'École polytechnique fédérale de Lausanne. Longtemps référent de Paris en Selle pour l'ensemble des comités vélo qui se déroulent sur la métropole parisienne, il travaille désormais comme expert aménagements cyclables pour le Collectif Vélo Île-de-France. Il est également l'auteur du blog spécialisé *urbanisme-cyclable.fr*. Avec ce guide, il souhaite diffuser des savoirs qui aideront Paris et d'autres villes à combler leur retard en matière d'usage du vélo.

ISBN : 978.2.9569213.0.1

Dépôt légal : juillet 2019

Second tirage

Imprimé en France en avril 2021 par Parmentier Imprimeurs

1 rue Gutenberg 67610 La Wantzenau

Paris en Selle

Maison de la Vie Associative et Citoyenne de Paris Centre

boîte aux lettres 82

5 rue Perrée

75003 Paris



www.parisenselle.fr



FAIRE DU VÉLO UNE ÉVIDENCE

978.2.9569213.0.1 20€



IMPRIMÉ EN FRANCE 04.21