

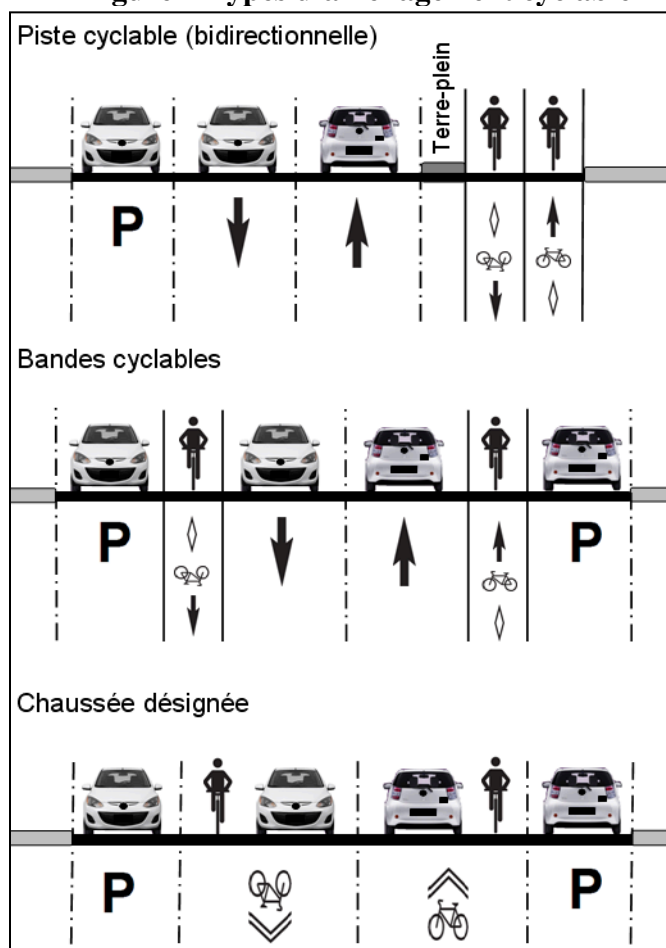
Le présent guide a pour but d'uniformiser les pratiques dans la conception des feux en présence d'aménagements cyclables, sur le territoire de la Ville de Montréal. Ce guide est un complément au Tome V de la signalisation routière du Québec.

1- Généralité

On rencontre généralement, sur rue, les types d'aménagement suivants pour favoriser le déplacement des cyclistes:

- 1- piste cyclable;
- 2- bandes cyclables;
- 3- chaussée désignée.

Figure 1 Types d'aménagement cyclable



1.1 Piste cyclable

La piste cyclable est généralement bidirectionnelle et implique la présence d'un mail séparateur en béton ou avec bollards, afin de délimiter l'espace réservé aux cyclistes. C'est le type d'aménagement le plus complexe au niveau de la gestion des mouvements à l'intersection car les cyclistes circulent dans les deux directions, du même côté de la rue, ce qui augmente significativement le nombre de conflits véhicules/cyclistes.

Une analyse des conflits doit être réalisée afin d'établir le mode de fonctionnement approprié pour les cyclistes (voir section 2).

Le concepteur doit aussi se référer à la section 3 traitant spécifiquement de la piste cyclable bidirectionnelle, pour compléter l'analyse.

1.2 Bandes cyclables

Ce concept de bandes cyclables n'affecte généralement pas la disposition des têtes de feux à l'intersection. Se référer à la section 2 pour établir le mode de fonctionnement approprié.

1.3 Chaussée désignée

En chaussée désignée, le cycliste partage la chaussée avec les automobilistes et peut circuler devant ces derniers. Il ne devrait pas y avoir de discrimination dans la séquence des feux, entre les mouvements véhiculaires et cyclistes et donc, l'utilisation d'une flèche droite avec feu rouge est à éviter.

Dans le cas où la chaussée désignée résulte du relâchement d'une bande cyclable à droite, à l'approche d'une intersection, cela est considéré comme un prolongement de cette bande cyclable et il est donc requis d'évaluer la nécessité d'un intervalle de protection en fonction des véhicules tournants (voir section 2).

2- Choix du mode de fonctionnement du mouvement cycliste

Les modes de fonctionnement possibles du mouvement cycliste sont les mêmes que ceux définis pour les feux piétons, soit le mode non protégé, partiellement protégé et complètement protégé.

Deux critères doivent être analysés pour déterminer la nécessité d'un intervalle de protection, soit le nombre d'accidents cyclistes et le nombre de conflits véhicules/cyclistes.

a) Nombre d'accidents cyclistes

Les barèmes pour justifier un intervalle de protection sont les suivants :

- deux (2) ou trois (3) accidents sur une période de trois (3) ans, impliquant un cycliste circulant dans l'aménagement cyclable et un véhicule tournant, le mode partiellement protégé est justifié;
- quatre (4) accidents et plus sur une période de trois (3) ans, impliquant un cycliste circulant dans l'aménagement cyclable et un véhicule tournant, le mode complètement protégé est justifié.

b) Nombre de conflits véhicules/cyclistes

La figure 2 montre, en fonction du nombre équivalent de véhicules tournants et du nombre de cyclistes, le mode de fonctionnement recommandé. *(Note : les valeurs apparaissant sur le graphique ont été établies sur la base de relevés d'accidents et l'expérience acquise par la Ville de Montréal, au fil des années, en matière d'aménagements cyclables).*

Le comptage de l'intersection doit être effectué en saison où l'achalandage des cyclistes est suffisamment élevé. Une seule période d'une heure est nécessaire pour justifier un mode de

fonctionnement partiellement protégé ou complètement protégé.

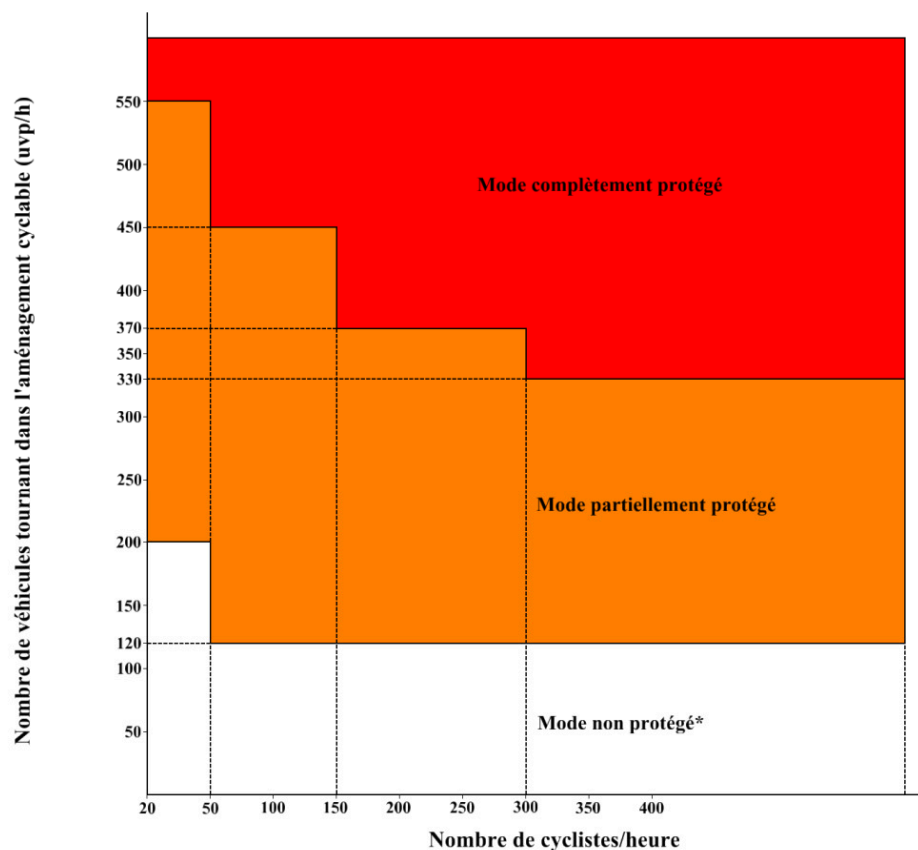
Les mouvements tournants doivent être pondérés selon le type de conflit. Se référer aux facteurs multiplicateurs apparaissant au bas de la figure 2.

Le concepteur peut toujours opter pour un mode de protection plus élevé que celui recommandé par les critères a) et b). Par exemple, à proximité d'un accès autoroutier, il peut être nécessaire d'assurer une transition plus sécuritaire des cyclistes en raison de la vitesse élevée des véhicules, etc.

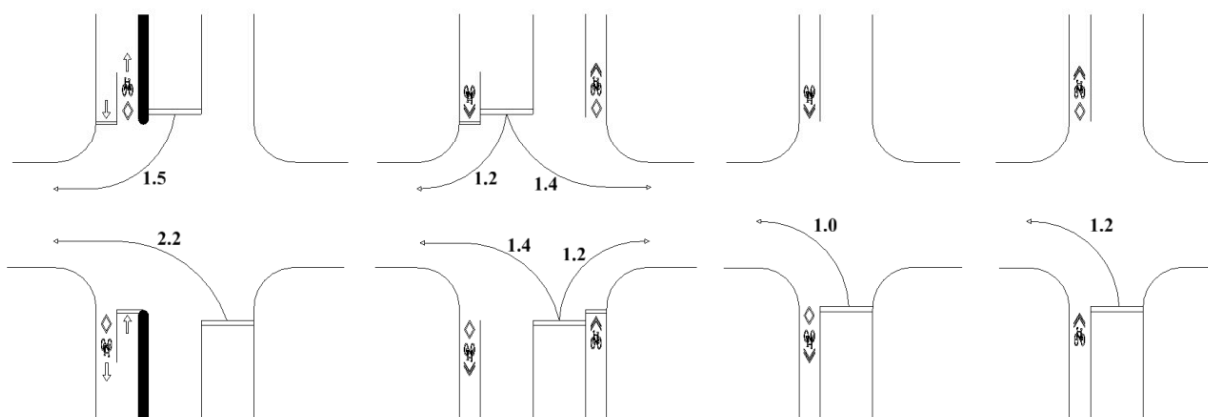
2.1 Mode non protégé

Si le mode non protégé est justifié, cela ne requiert normalement aucune modification aux têtes de feux de circulation. On favorisera toutefois l'utilisation de lentilles de type plein vert, au lieu de lentilles avec flèches « tout droit et à droite ». En effet, le plein vert accentue la notion de partage de la route auprès des usagers et est plus usuel en milieu urbain montréalais.

Figure 2: Mode de fonctionnement recommandé en fonction du nombre de conflits véhicules/cyclistes



Préliminaire



Facteurs multiplicateurs selon le type de conflit

Notes:

Les débits de véhicules recensés doivent être convertis en unités de véhicules particuliers (uvp/h). Le facteur de correction pour les véhicules lourds (camions, autobus, camions remorque et équipement de ferme) a été fixé à 2,0.

Lors de phases protégées avancées, les débits de virages à gauche, doivent être réduits d'une proportion équivalente à la durée de la phase protégée avancée sur la durée totale du temps de vert alloué à ce même axe. Par exemple, pour un feu vert clignotant de 12 secondes sur une durée totale de 36 secondes du feu vert de l'approche, le débit de virage à gauche considéré sera réduit du tiers (12/36). Par contre, lors de phases protégées retardées, les débits de virages ne doivent pas être réduits.

*Ne s'applique pas pour les pistes cyclables bidirectionnelles.

2.2

Mode partiellement protégé

Lorsque le mode partiellement protégé est justifié, l'intervalle de protection est normalement de type « avance-flèche », à moins que la configuration de l'intersection oblige une protection sur intervalle rouge (par exemple, intersection en « T »). Dans ce dernier cas, l'utilisation du panneau montré à la figure 3 est nécessaire.

Figure 3



RA-C-11

La durée minimale de l'intervalle d'engagement protégé est de 7 secondes. Cette période peut être augmentée par incrément de 2 secondes, au jugement du concepteur, jusqu'à la valeur limite de 15 sec.

Comme mentionné pour le mode non protégé, on favorisera l'utilisation de lentilles « plein vert » au lieu de flèches « tout droit et à droite » pour la période non protégée.

2.3 Mode complètement protégé

Lorsque le mode complètement protégé est justifié, le cycliste devrait disposer d'une zone de refuge, séparée par un mail en béton ou par des bollards, afin d'être protégé des mouvements véhiculaires tournants, lorsqu'il est en attente de son feu vert.

Le mode complètement protégé implique normalement l'installation de feux cyclistes. Les durées des intervalles vert, jaune et tout rouge sont calculés à l'aide des formules mises en référence

dans le document « Trafic signal guidelines for bicycles » de l'ATC.

Durée du vert minimum

La formule est la suivante :

$$V_{min} = PIEV + (2 \times (D_L + L)/a)^{1/2} - T_{deg}$$

Où $PIEV$: temps de perception-réaction (typiquement 2,6 s);

D_L : largeur de l'intersection (de la ligne d'arrêt jusqu'à la ligne du trottoir de l'autre côté*);

L : longueur du vélo (typiquement 1,8 m);

a : accélération (typiquement 0,5 m/s²);

T_{deg} : durée totale du dégagement (jaune+ tout rouge vélo)

**application à la Ville de Montréal*

La valeur minimale du V_{min} est fixée à 7 secondes (recommandation de la Ville). Pour une intersection large, soit de plus de 30 m, la valeur minimale est fixée à 9 secondes.

Intervalle jaune vélo

La formule est la suivante :

$$J = t + V/2a$$

Où t : temps de réaction (typiquement 1 s);

a : décélération (typiquement 2,44 m/s²);

V : vitesse considérée élevée pour le cycliste (typiquement 7,4 m/s).

La durée du jaune vélo normalement utilisée à la Ville de Montréal est de 4 secondes, soit la même durée que pour les véhicules.

La durée minimale du jaune est fixée à 3 secondes.

Intervalle tout rouge vélo

La durée du tout rouge vélo doit permettre aux cyclistes à une vitesse assez lente de traverser l'intersection avant l'apparition du feu vert dans l'axe transversal.

La formule est la suivante :

$$TR = (D_L + L)/v - J_{diff}$$

Où D_L : largeur de l'intersection (de la ligne d'arrêt jusqu'à la ligne du trottoir de l'autre côté*);

L : longueur du vélo (typiquement 1,8 m);

v : vitesse considérée lente pour un cycliste (typiquement 4,7 m/s);

J_{diff} : $J - J_{calculé}$, (différence entre la jaune vélo affichée et celle calculée).

* application à la Ville de Montréal

La durée minimale est de deux (2) secondes et celle maximale de quatre (4) secondes.

Pour des intersections larges, il peut être requis d'allonger artificiellement la durée du jaune vélo pour éviter un tout rouge trop élevé. Le Tableau 1 montre pour ces intersections considérées larges, des valeurs suggérées de jaune et tout rouge, tenant compte non seulement des formules issues du guide de l'ATC mais aussi de l'application dans l'environnement montréalais.

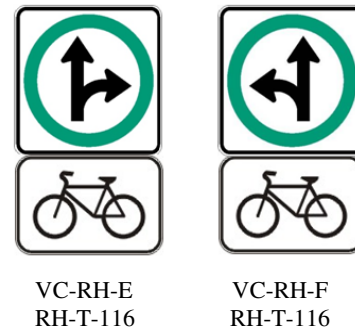
Tableau 1 : Durées des intervalles de dégagement vélos pour les intersections larges

Largeur (D_L)	Jaune vélo	TR vélo
20 m	4 s	3 s
25 m	4 s	3 s
30 m	4 s	4 s
35 m	5 s	4 s
40 m et +	5 s	4 s

Dans le cas des traverses courtes, soit en deçà de 11 mètres, le concepteur peut opter de prolonger la main clignotante durant le feu jaune vélo, afin d'offrir plus de temps au piéton. Il faut cependant s'assurer que le contrôleur permette cette fonction particulière.

La phase cycliste doit être complètement protégée mais il est possible de desservir des mouvements véhiculaires parallèles en même temps, en utilisant des panneaux de manœuvres destinés aux cyclistes qui interdisent les manœuvres en conflit avec les véhicules. Ces panneaux sont ceux de la série « VC-RH » (catalogue de la Ville de Montréal), accompagnés du panneau vélo « RH-T-116 ». La figure 4 montre deux exemples de ces panneaux.

Figure 4



L'illustration d'un cas type d'application est montrée à l'annexe 2.

Si l'installation de feux cyclistes détériore trop fortement les conditions de circulation à l'intersection, le concepteur peut étudier la possibilité de diminuer le nombre de conflits, par exemple, en remplaçant le mode permissif du virage à gauche par un mode exclusif ou simplement en interdisant une manœuvre de virage. Aussi, l'installation d'une détection cycliste peut être envisagée si le nombre de cyclistes est peu élevé (voir section 5).

2.4 Cas particuliers

2.4.1 Présence d'une signalisation avec flèches tout droit et à droite

En présence de flèches tout droit et à droite du côté d'une piste cyclable, il est d'usage d'implanter un intervalle d'engagement protégé afin de renforcer le message de priorité aux cyclistes (et piétons), considérant que les flèches de virages sont d'avantage utilisées pour contrôler des mouvements véhiculaires.

2.4.2 Présence d'un SAS vélo

Comme pour le cas de la chaussée désignée, lorsqu'il y a un SAS vélo à une approche, les cyclistes pouvant être devant les véhicules, il ne doit pas y avoir de séparation des mouvements cyclistes et véhicules au niveau des phases. Cela exclu donc la possibilité d'activer une flèche à droite combinée à un feu rouge.

2.4.3 Intersections larges : Durées du vert minimum, du jaune et du tout rouge

Même s'il n'y a pas de feux cyclistes, lorsqu'il y a un aménagement cyclable traversant une intersection large (soit plus de 20m), il est recommandé d'adapter les intervalles de dégagement en conséquence. Les valeurs apparaissant au tableau 1 peuvent alors être utilisées.

Concernant la durée du vert minimum, la durée recommandée, pour les intersections larges, est de 9 secondes.

3- Piste cyclable bidirectionnelle

La présente section traite spécifiquement de la piste cyclable bidirectionnelle et des dispositions à prendre au niveau des feux.

Dans le cas d'une piste bidirectionnelle, il est d'usage d'ajouter un intervalle d'engagement protégé pour rehausser le niveau de sécurité des cyclistes considérant la multiplication des conflits véhicules/cyclistes que génère ce type d'aménagement.

Au minimum une tête de feux pour les cyclistes est requise à l'approche de l'intersection (exigence du Tome V de la norme provinciale).

La largeur minimale du mail séparateur, pour permettre l'ajout d'un fût, est normalement de 1,2 mètre, mais une largeur de 0.9 mètre est, dans certains cas, acceptable. L'annexe 1 montre différents concepts-types utilisés en présence de pistes cyclables, avec mail séparateur meublé ou non.

À noter que pour les concepts de contrôle de voies, si une phase n'est contrôlée que par une seule tête de feux, il est recommandé d'activer la fonction appelée « field check » sur le moniteur de conflits (MMU) du contrôleur, afin de superviser l'absence de rouge sur cette tête. Cette note doit apparaître sur le plan PE.

3.1 Cas du virage à gauche permissif-protégé

Dans le cas d'une phase de virage à gauche en mode « permissif-protégé » croisant une piste cyclable bidirectionnelle, il est nécessaire d'indiquer aux cyclistes de ne pas s'engager durant la phase de virage à gauche protégé (comme cela est requis pour les piétons). Deux cas types sont possibles:

Sans mail central

Il est alors nécessaire d'installer un panneau RA-C-11 (voir figure 3), qui indique aux cyclistes qu'ils doivent se conformer aux feux pour piétons (qui affiche une main fixe durant la période du virage à gauche protégé). Le panneau montré à la figure 5 peut aussi être ajouté en amont de l'intersection (à environ 30m).

Figure 5



VC-D-AQ

Avec mail central

Deux options sont possibles:

- ajouter une tête de feux 8ua ou 8u (selon le cas), du côté de la piste cyclable, dans la direction du feu vert clignotant. Cette tête sera au rouge durant le virage à gauche protégé et doit donc être masquée afin de ne pas être visible des véhicules tournants à gauche;
- ajouter un panneau RA-C-11 (voir figure 3), pour obliger les cyclistes à se conformer aux feux pour piétons. Voir détails, ci-haut, dans le cas « sans mail central ».

3.2 Phase piétonne exclusive «toutes directions » avec piste bidirectionnelle

En présence d'une piste cyclable bidirectionnelle, l'opération d'une phase piétonne exclusive « toutes directions » est à éviter autant que possible car bon nombre de cyclistes utilisent le feu pour piétons et procèdent durant l'intervalle de la silhouette, comportement accentué par le fait qu'ils circulent sur une chaussée séparée physiquement des véhicules. Cela peut alors créer des situations hasardeuses pour les piétons croisant la piste cyclable.

Mentionnons toutefois que sous certaines conditions, l'utilisation d'une phase piétonne exclusive « toutes directions » peut être bien adaptée à la piste cyclable bidirectionnelle. Par exemple, où une piste cyclable en site propre (hors rue) débouche sur le trottoir et où le nombre de piétons est très faible. Le partage de la même phase par les cyclistes et les piétons peut alors être approprié. La phase piéton/cycliste peut fonctionner sur appel obligeant le cycliste à s'arrêter pour appeler la phase. Ce type de concept requiert normalement le panneau RA-C-11 montré à la figure 3.

4- Installation de nouveaux feux de circulation

La Ville de Montréal a établi deux critères, soit le nombre d'accidents et la difficulté de traversée des cyclistes pour justifier l'installation de feux de circulation afin de permettre aux cyclistes de traverser la rue principale.

4.1 Nombre d'accidents

Un nombre trois (3) accidents et plus sur une période de trois (3) ans, impliquant un cycliste traversant la rue principale et un véhicule circulant dans l'axe transversal, peut justifier l'installation d'un feu de circulation. Une étude de sécurité doit confirmer toutefois que cela permettrait de diminuer le nombre d'accidents cyclistes.

4.2 Difficulté de traverser la rue principale

Ce critère a été développé en adaptant, en fonction de la vitesse des cyclistes, le temps de traversée (T) des piétons, défini au critère 6 du Tome V de la norme provinciale. Les deux conditions suivantes doivent être rencontrées pour justifier l'installation de feux de circulation :

Condition a)

Pour deux périodes d'une heure, d'une même journée, au moins 60 cyclistes traversent la rue principale à l'intersection. Le comptage doit être effectué en haute saison des cyclistes.

Condition b)

Cas 1 : Les véhicules arrivent de façon aléatoire à l'intersection.

Cette situation survient lorsqu'aucun feu ne régle la circulation sur la rue principale en amont ou en aval de l'intersection et ce, sur une distance égale ou supérieure à 400 m. Dans ce cas, l'abaque montré à la figure 6 doit être utilisé.

Le temps de traversée se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$T = \text{PIEV} + (2 * (l_{\text{int}} + l_{\text{vélo}}) / a)^{1/2}$$

Où : PIEV : temps de perception-réaction du cycliste (2,6 s);

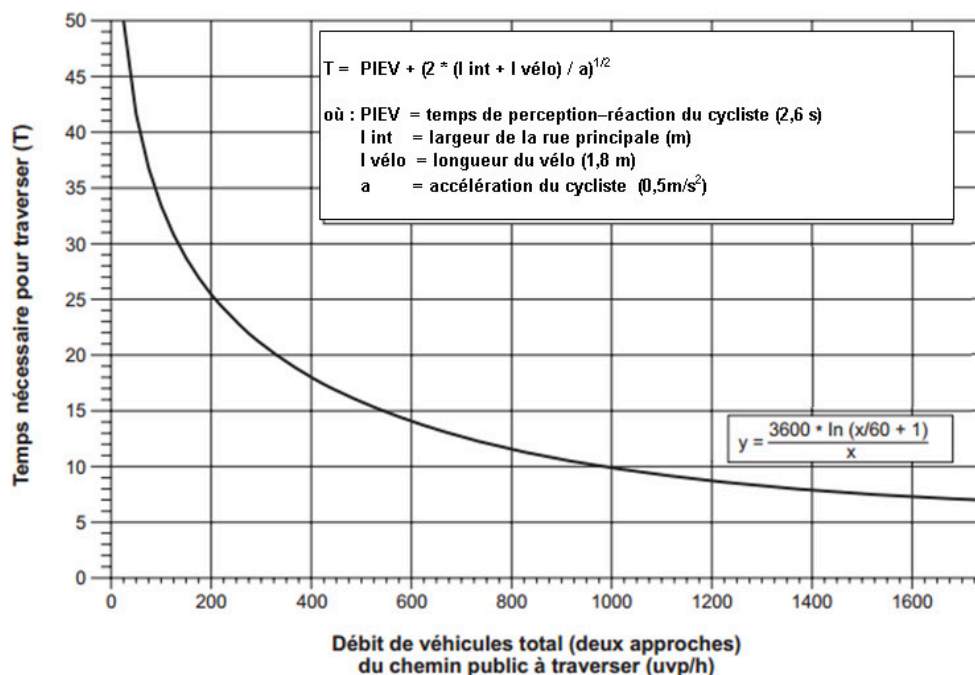
l_{int} : largeur de la rue principale (m);

$l_{\text{vélo}}$: longueur du vélo (1,8 m);

a : accélération du cycliste ($0,5\text{m/s}^2$).

Des feux de circulation sont justifiés si le point correspondant au total des véhicules des deux approches, pour le temps « T », se situe au-dessus de la courbe et ce, pour les deux périodes d'une heure considérées à la condition a.

Figure 6 : Justification de feux de circulation : Critère cyclistes



Note : Les débits de véhicules recensés doivent être convertis en unités de véhicules particuliers (uvp/h). Le facteur de correction pour les véhicules lourds (camions, autobus, camions remorque et équipements de ferme) a été fixé à 2,0.

Cas 2 : Les véhicules n'arrivent pas de façon aléatoire au carrefour

Cette situation survient lorsqu'une signalisation régule la circulation de la rue principale en amont ou en aval du carrefour à une distance de moins de 400 mètres. Dans ce cas, une étude de créneaux doit être effectuée sur le terrain.

Les cyclistes doivent disposer d'un minimum de 60 créneaux par heure, d'une durée équivalente au temps « T » défini au cas 1 et ce, pour les deux périodes considérées à la condition a. *(À noter que si la valeur d'un créneau est un multiplicateur entier (N) du temps de traversée « T », on considèrera alors que c'est l'équivalent de N créneaux. Par exemple, si pour un temps « T » de 10 secondes, on mesure un créneau de 20 secondes, cela sera compilé comme étant 2 créneaux).*

Si le nombre de créneaux est insuffisant et qu'il ne peut être augmenté, en modifiant, par exemple, les décalages/répartitions des feux de circulation de part et d'autres, alors des feux de circulation sont justifiés à l'intersection.

5- Détection cyclistes

Aux intersections standards, le mode rappel des feux cyclistes est à privilégier (comme cela est appliqué aux feux pour piétons).

Toutefois, dans le cas d'une traverse à mi-bloc, où seuls les cyclistes et/ou piétons peuvent interrompre la circulation, le mode appel peut être plus approprié.

Aussi, si la phase cycliste détériore de façon trop importante les conditions à l'intersection et que l'ajout d'une détection cycliste permettrait d'avoir de meilleurs niveaux de service, l'ajout d'un détecteur peut être envisagé. Celui-ci peut être de type bouton-poussoir ou aérien (dont la fiabilité est éprouvée). Si des boutons sont utilisés, ils devront être facilement

accessibles, afin d'éviter que le cycliste ait à descendre de son vélo pour peser sur le bouton.

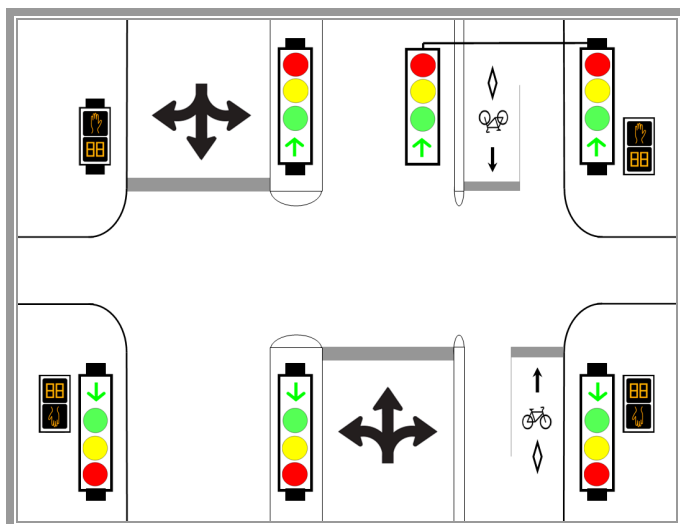
En présence de détection pour cyclistes, la phase cycliste peut être servie sans nécessairement que la phase piétonne concourante ne le soit. L'inverse n'est cependant pas recommandé, c'est-à-dire, de servir la phase piétonne sans la phase cycliste, car le décompte numérique peut inciter certains cyclistes à transgresser le signal rouge vélo. Un appel de la phase piétonne devrait donc forcer l'appel de la phase cycliste concourante.

Annexe 1
Disposition des feux de circulation
avec piste cyclable bidirectionnelle
Concepts types selon le mode de fonctionnement

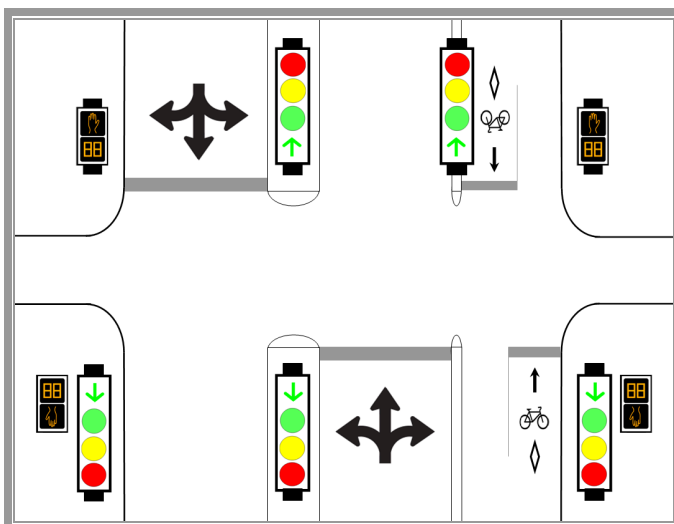
Avec mail central

Mode partiellement protégé

Option 1 – À privilégier

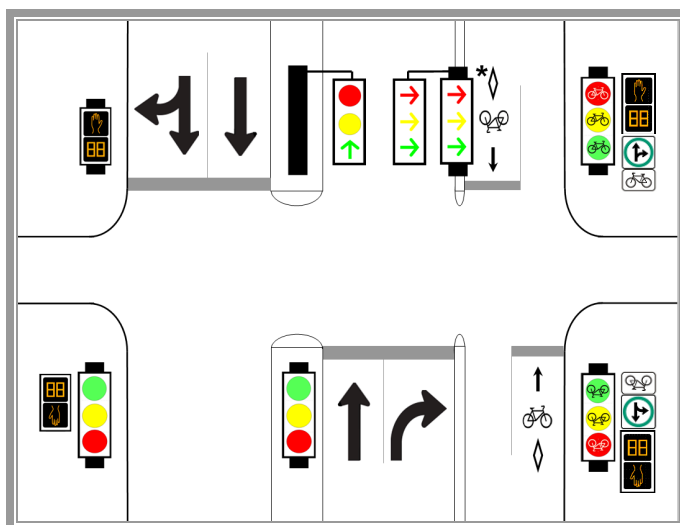


Option 2

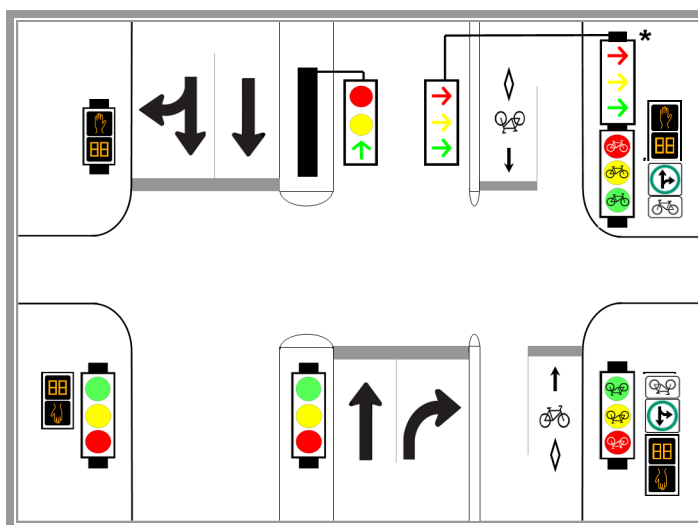


Mode complètement protégé – sans virage à gauche

Option 1 – À privilégier



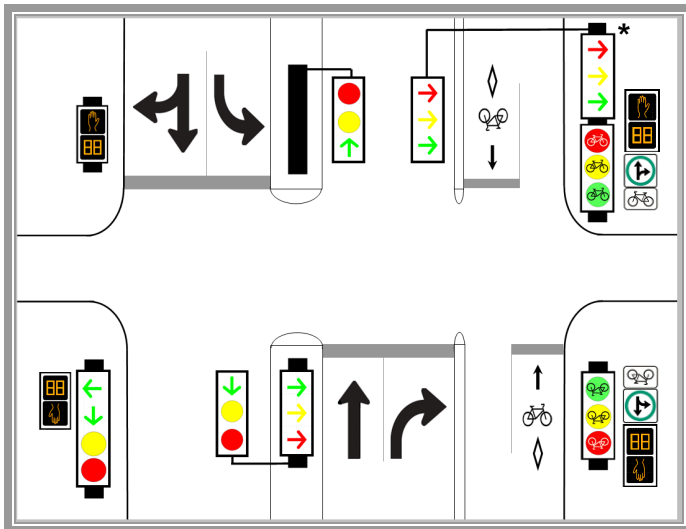
Option 2



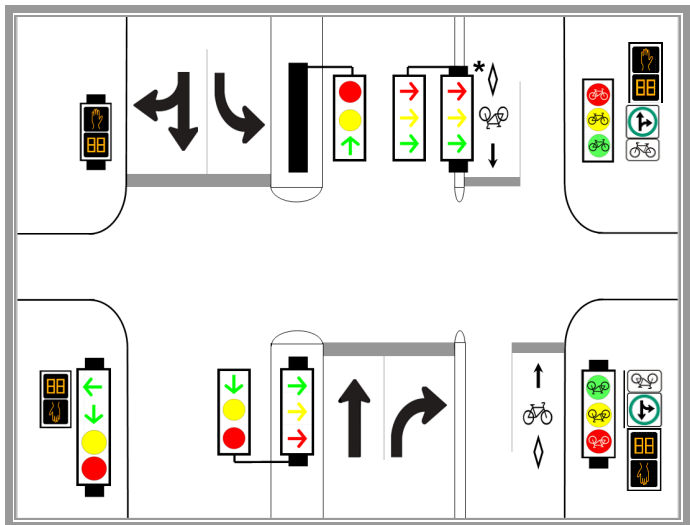
Avec mail central (suite)

Mode complètement protégé avec virage à gauche

Option 1 – À privilégier



Option 2

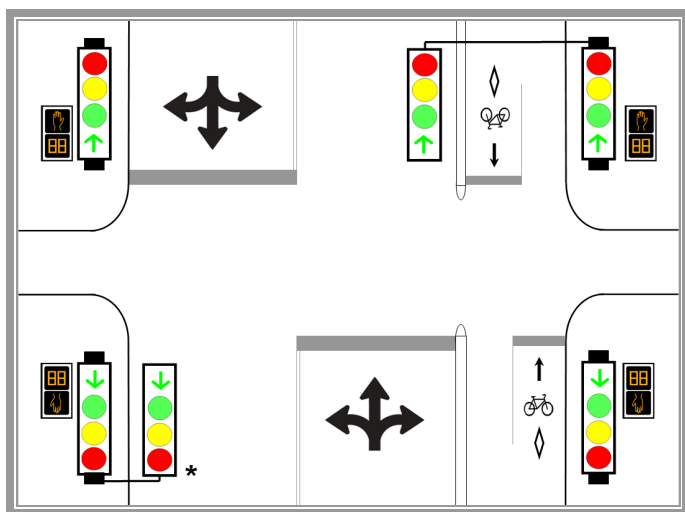


*Tête de feux répétitrice (optionnelle)

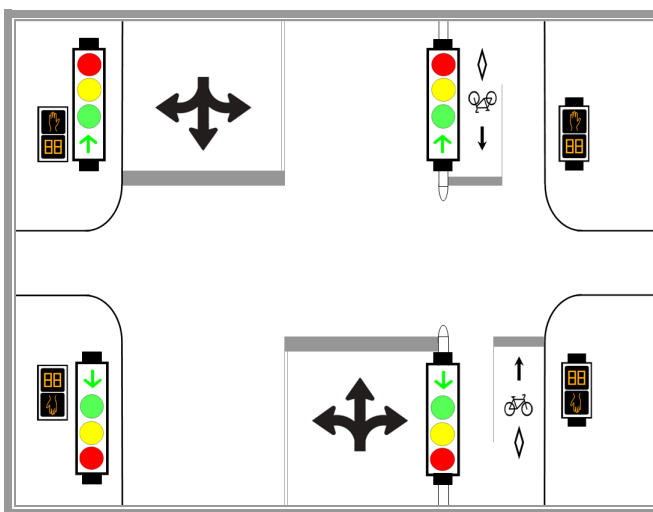
Sans mail central

Mode partiellement protégé

Option 1 – À privilégier



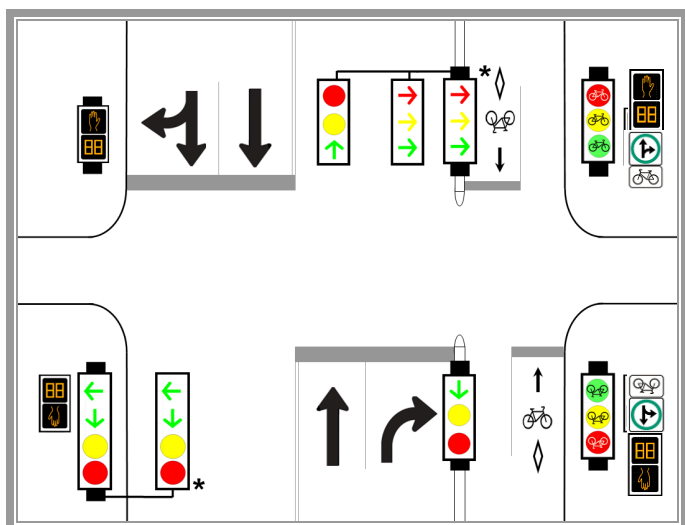
Option 2



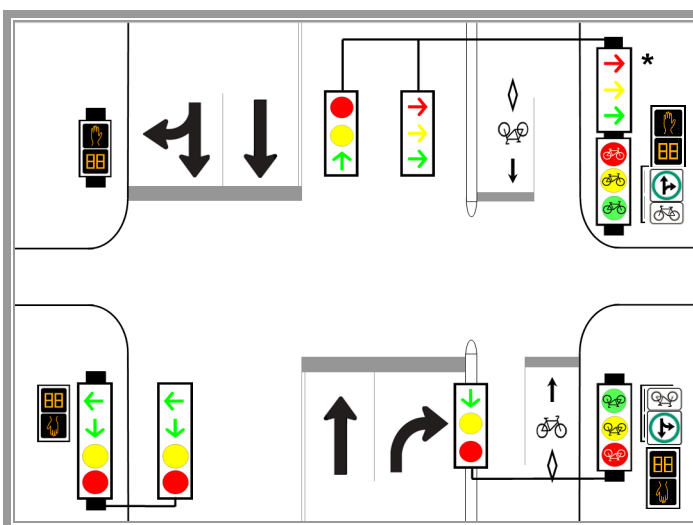
*Tête de feux répétitrice (optionnelle)

Mode complètement protégé

Option 1 – À privilégier



Option 2

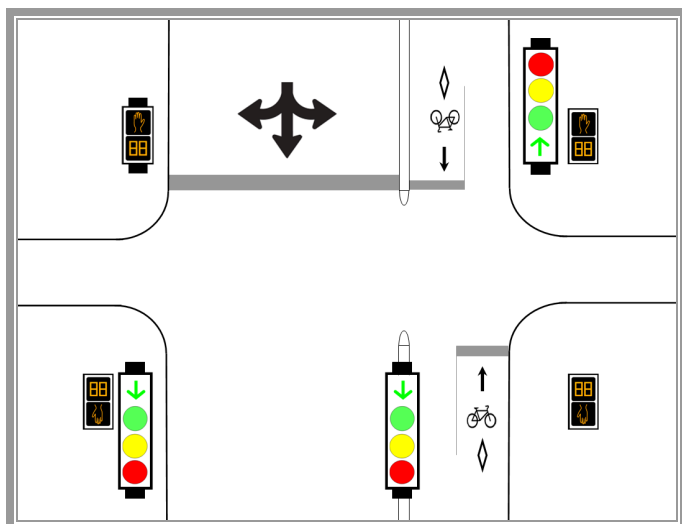


*Tête de feux répétitrice (optionnelle)

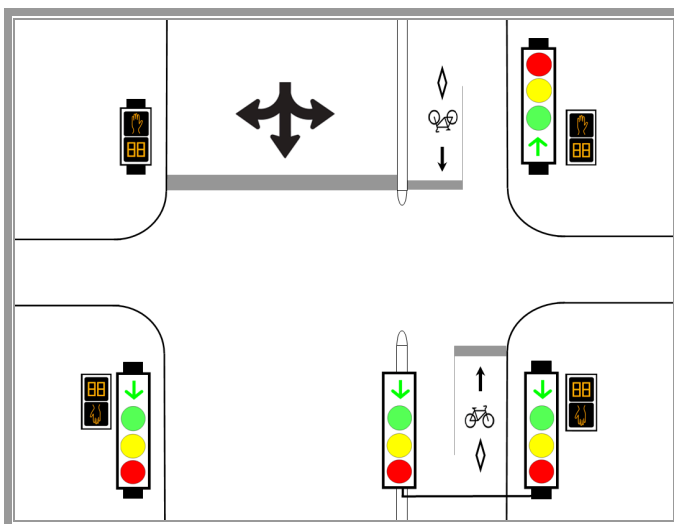
Sans mail central (suite)

Mode partiellement protégé

Option 1 – À privilégier

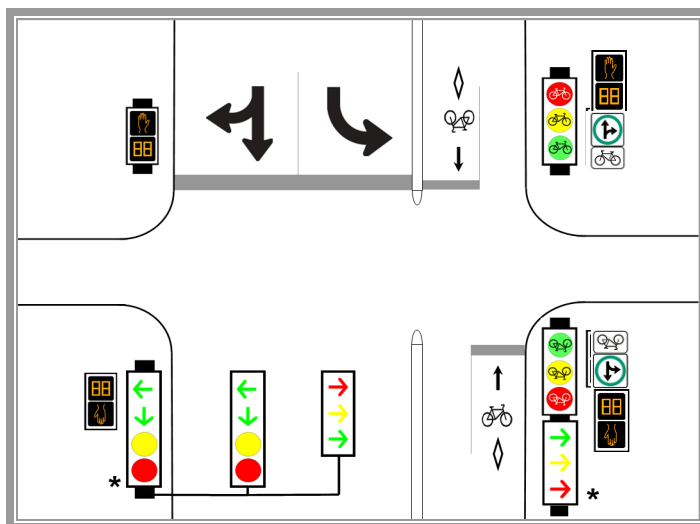


Option 2

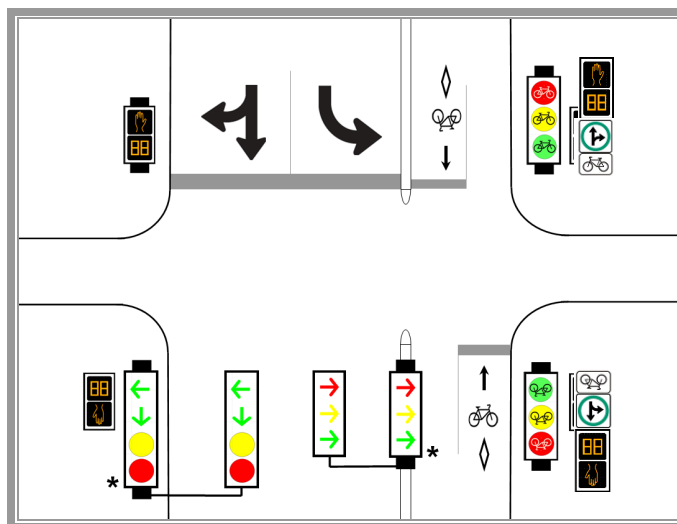


Complètement protégé

Option 1 – À privilégier



Option 2



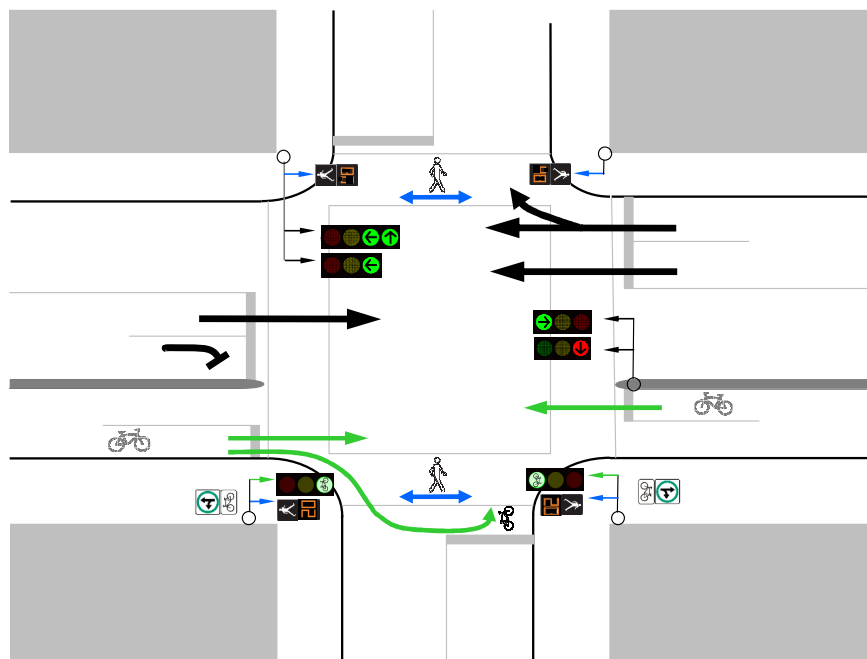
*Tête de feux répétitrice (optionnelle)

Annexe 2

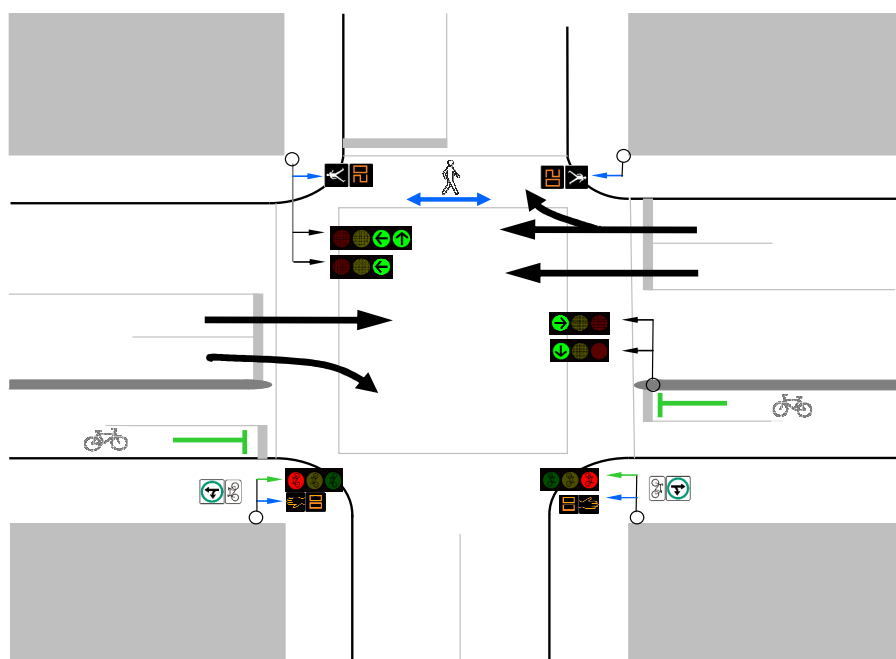
Cas type d'application et grille de justification

Cas types d'application de feux cyclistes avec circulation parallèle

Mouvements 1



Mouvements 2



Grille d'analyse

No intersection : _____

Intersection : _____

Arrondissement : _____

Réseau : _____

Critères	Axe nord-sud	Axe est-ouest
Aménagement		
Chaussée désignée		
Bande cyclable		
Piste cyclable bidirectionnelle (bollards ou mail séparateur)		
Piste cyclable unidirectionnelle (bollards ou mail séparateur)		
Nombre d'accidents cyclistes avec véhicules tournants		
< 2 acc.		
2 ou 3 acc.		
4 acc. et plus		
Selon l'abaque des conflits véhicules/cyclistes		
Mode non protégé		
Mode partiellement protégé		
Mode complètement protégé		
Présence d'une signalisation avec flèches seulement		
Présence d'un SAS vélo		

Choix du mode de fonctionnement	Axe nord-sud	Axe est-ouest
Mode non protégé		
Mode partiellement protégé		
Mode complètement protégé		
Largeur (de ligne d'arrêt à la ligne de trottoir de l'autre côté)	<20m	
	Entre 20m et 29m	
	30m et plus	
Durée des intervalles Vmin, jaune et TR	Vmin =	
	Jaune =	
	TR =	