

MINISTÈRE DES TRANSPORTS, DE LA MOBILITÉ DURABLE
ET DE L'ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS

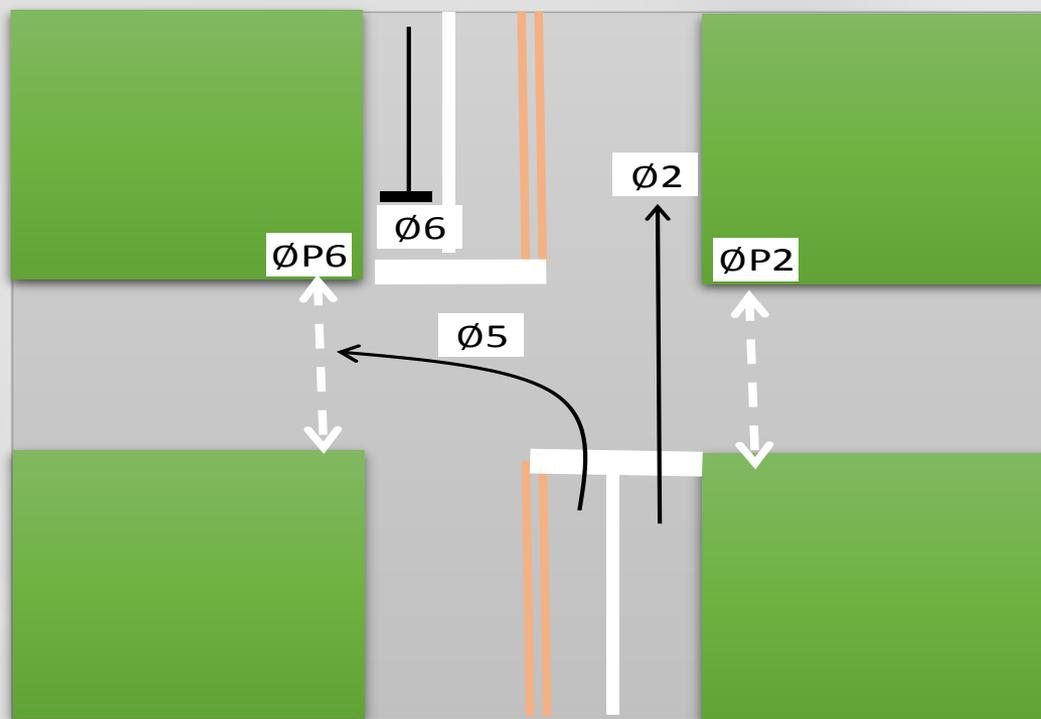
Caractéristiques opérationnelles des feux de circulation

Les aspects à considérer dans la conception d'un
feu de circulation

Par Michel Charbonneau, ing.

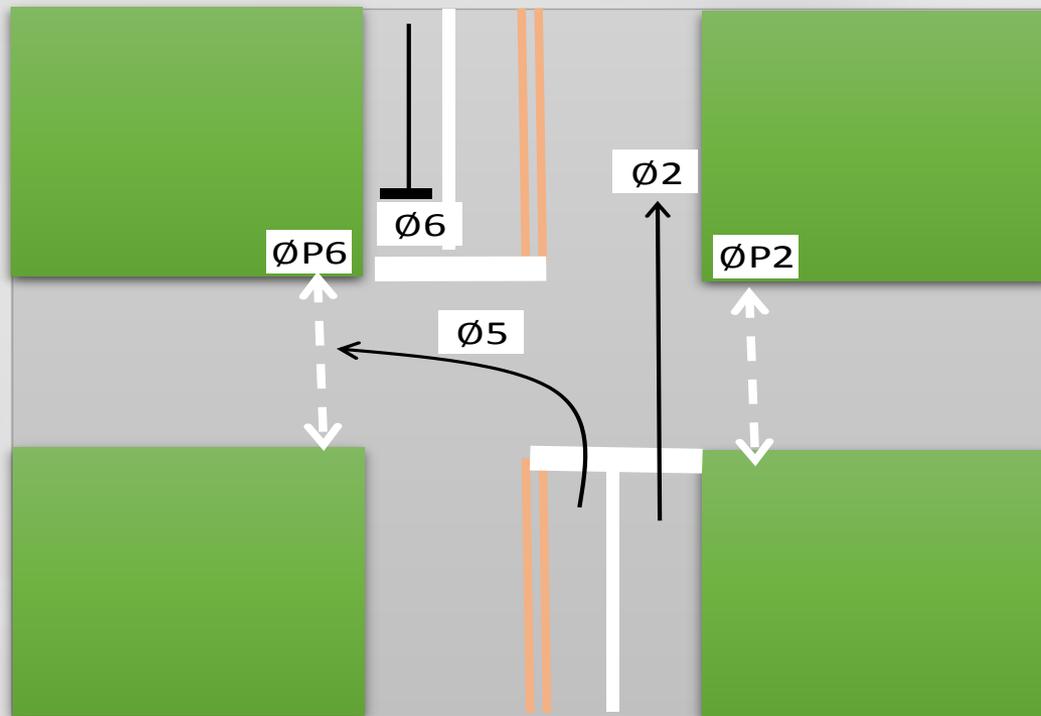
Introduction

Exemple : Un virage exclusif à gauche en même temps qu'une phase de piétons (mouvement antagoniste).



Objectif

- Présenter aux praticiens du domaine un aperçu du processus d'élaboration des caractéristiques opérationnelles d'un système de feux de circulation.



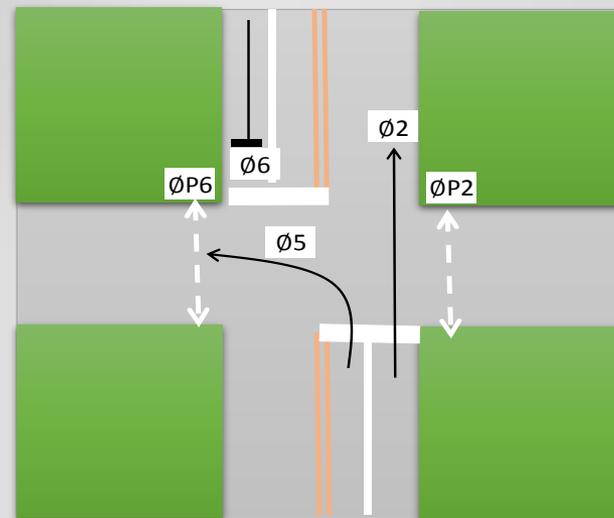
On peut se poser les questions suivantes :

➤ Comment cela peut-il arriver?

□ La phase piétons $\emptyset P2$ est branchée sur la même phase piétons $\emptyset P6$. Il n'y a pas de contrainte à ce que la phase $\emptyset 5$ se produise en même temps que la phase $\emptyset P6$ ($\emptyset P6$ omis durant la $\emptyset 5$).

➤ Qui est responsable d'une telle erreur : l'électricien, le technicien, le surveillant ou le concepteur?

➤ Qui a déjà inscrit ou lu sur un plan ou un devis ces détails?



Cette présentation est largement inspirée du « Signal Timing Manual second edition, NCHRP report 812, TRB 2015 ».

Autre source d'information :

- « Analyse des carrefours avec feux de circulation » de Hassan Soboh, ing., M. Ing.

Étape 1

- Définir l'environnement
- Milieu rural, urbain, carrefour isolé ou pas, aménagement du carrefour

Étape 2

- Définir la clientèle cible
- Piétons, cyclistes, véhicules lourds, transport en commun, covoiturage

Étape 3

- Définir les mouvements prioritaires
- Proportion de virage, usage des voies, origine destination

Étape 4

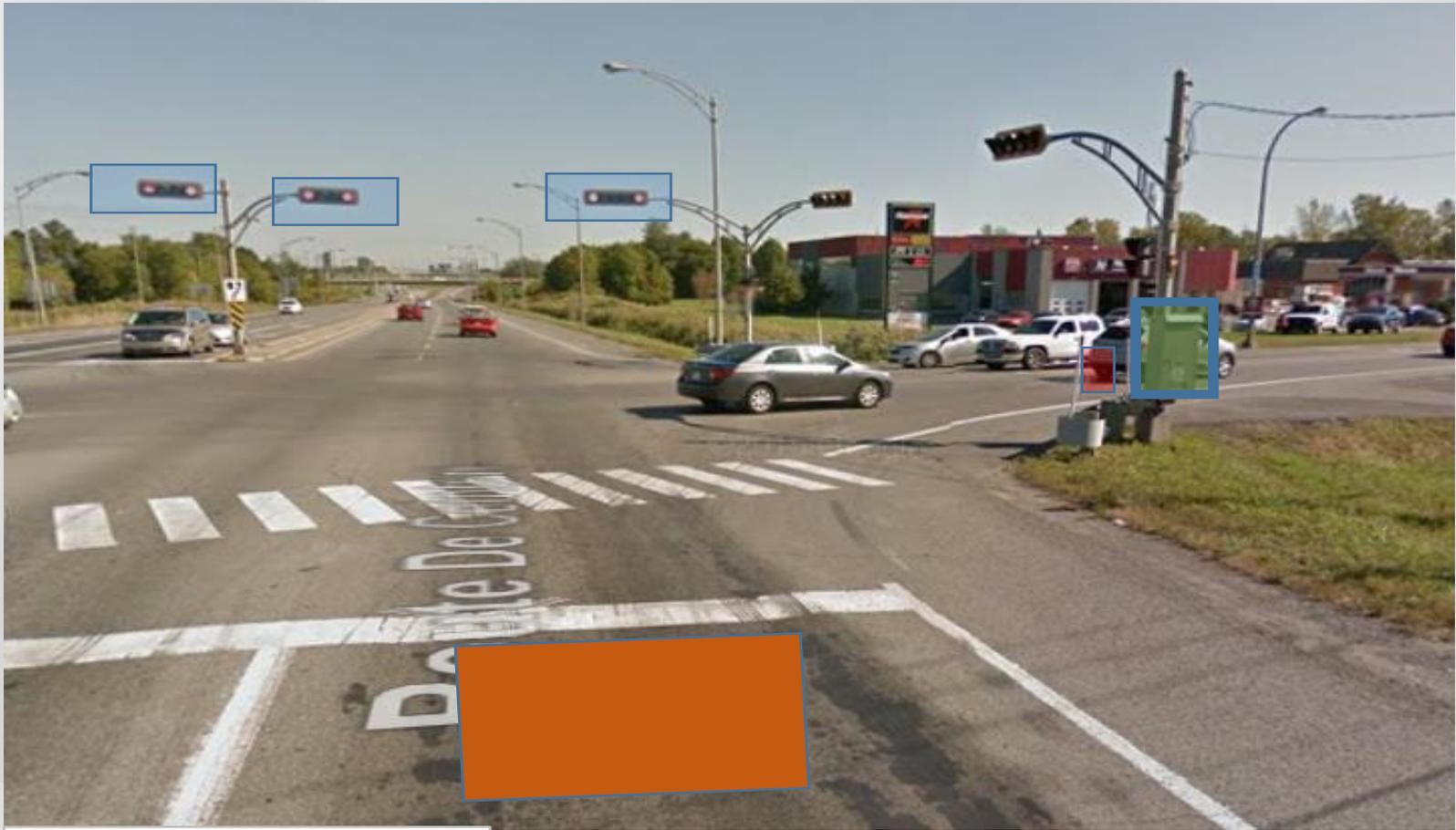
- Définir les objectifs du mode opératoire
- Réduire le nombre d'accidents, prioriser un mouvement, améliorer la progression

Étape 5

- Établir les mesures de performance
- Le temps de parcours, les retards, la longueur de la file, la réduction des gaz à effet de serre.

Principe d'un feu de circulation

Lorsqu'un véhicule, un piéton ou un cycliste se présente au carrefour, il est détecté par le système. Ce dernier lui envoie un signal (feu vert, silhouette blanche, etc.) pour servir le mouvement du demandeur. Cela suppose que le système possède des détecteurs de véhicules, de piétons et de cyclistes, un contrôleur pour régulariser les mouvements ainsi que des signaux lumineux pour communiquer l'information aux usagers du carrefour.



-  Signaux lumineux
-  Coffret de contrôle
-  Détecteur de véhicules
-  Détecteur de piétons

Environnement

Les caractéristiques d'un feu de circulation sont influencées par le milieu entourant le carrefour.

➤ Juridiction des approches d'une intersection

Le MTMDET et la Ville de Montréal n'ont pas les mêmes objectifs, l'un favorisant le transit et l'autre favorisant la circulation locale.

– Exemple : La coordination de la voie de service de la Métropolitaine pour le MTMDET est dans l'axe nord/sud.

➤ Le milieu

Rural (haute vitesse), semi-urbain (peu de piétons), urbain (piétons, cyclistes)

Clientèle cible

- École primaire, secondaire, université : phase piétons exclusive
- Résidence pour personnes âgées : vitesse de marche réduite
- École de conduite pour véhicules lourds : vert minimum et temps de dégagement plus long
- Fin d'un quart de travail : augmentation du vert maximum, modification du plan de temps, modification des priorités
- Véhicules d'urgence, passage à niveau, sortie d'autoroute (peut entraîner du stationnement sur la voie rapide) : ajout de préemption

Mouvements prioritaires

La définition des mouvements prioritaires est un élément clé dans l'établissement des caractéristiques opérationnelles des feux de circulation.

Documenter ces décisions est très important. Cela permet de comprendre ou de faire comprendre les résultats du mode de fonctionnement des feux de circulation aux décideurs et citoyens, entre autres.

Par exemple, il est certain qu'un système qui priorise les mouvements de piétons réduira l'efficacité des mouvements véhiculaires.

Les mouvements prioritaires peuvent être identifiés :

- Par leur poids relatif;
- Par leur importance vis-à-vis une politique interne (Transport collectif);
- Pour pallier des problèmes d'historiques d'accidents;
- Pour pallier des problèmes de progression sur une artère;
- Pour pallier des problèmes de temps d'attente.

- Pour protéger une clientèle particulière (signaux sonores)

Pour certaines régions, il y a une politique d'implantation d'une phase prioritaire de piétons.

Une priorité absolue peut être donnée par préemption :

- Aux trains ou véhicules d'urgence;
- Aux files d'attente d'une sortie d'autoroute.

Exemples de mouvements prioritaires :

- Phase exclusive de piétons : nombre de piétons important, politique interne
- Phase exclusive de virage à gauche : nombre de virages à gauche important, problème d'accidents de type gauche opposant
- Phase de préemption : passage à niveau, véhicules d'urgence, file d'attente sur une approche
- Axe prioritaire : priorité de l'axe critique au détriment des autres lors d'un système implanté dans un réseau avec d'autres feux de circulation
- Priorité variable : mouvements prioritaires variables en fonction des heures, des jours, des fêtes, d'incidents, de travaux et d'événements spéciaux

Objectifs liés aux mouvements véhiculaires

Réduction du nombre d'accidents

- Réduire le nombre de conflits et le nombre d'arrêts, réévaluer les temps de dégagement, ajouter des PVA, un système de préemption et des caméras aux feux rouges, mettre en place des systèmes de radars pour prolonger le temps de tout rouge

Augmenter la fluidité générale

- Augmenter la capacité de l'intersection, réduire les temps d'attente globaux, ajouter des voies de circulation, interdire des mouvements durant certaines périodes, implanter des sens uniques

Augmenter la fluidité d'une artère

- Prioriser les mouvements de l'artère en augmentant la bande verte et en limitant les arrêts

Réduire l'empreinte environnementale

- Choisir les plans de temps qui limitent l'émission de GES

Données de base

Relevé terrain

- Vitesse (pratiquée), visibilité, conflits, respect des signaux, respect des voies, temps de traversée des piétons

Relevé de circulation

- Comptage 12 heures, 24 heures, 3 jours, temps d'attente, longueur des files, retards, mouvements de stationnement, temps de parcours

Relevé géométrique

- Nombre de voies, leur largeur, leur utilisation, le profil de la route, les mouvements interdits, la largeur de l'intersection

Feu existant

- Caractéristiques opérationnelles, type de signaux lumineux, circuit de branchement

Éléments dans les plans et devis avant l'appel d'offres

Caractéristiques de programmation

➤ Régulateur

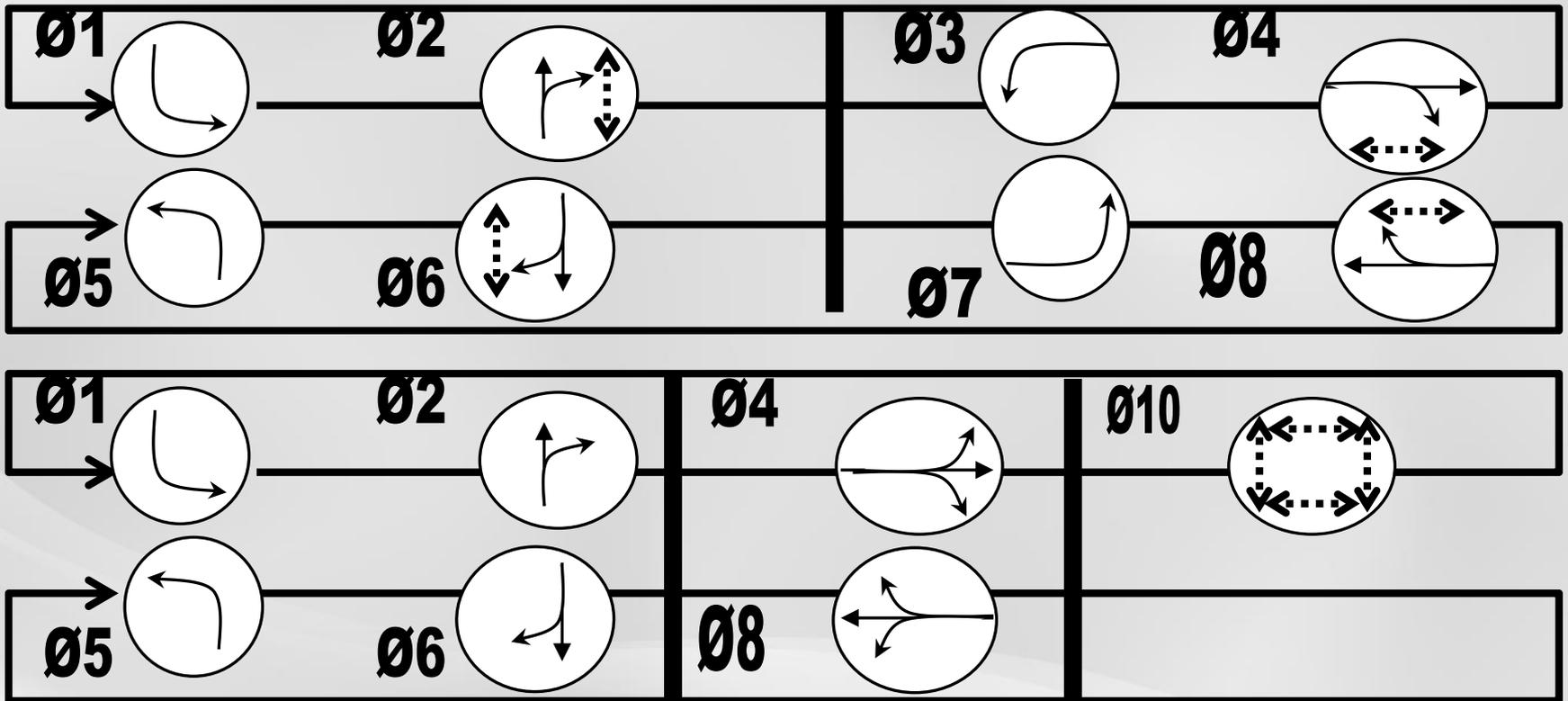
- Séquence de démarrage et mouvements, plan de temps, coordination, détection, chevauchements
- Moniteur de conflits
 - Carte de programmation
 - Paramètres de fonctionnement
- Détecteur véhiculaire et piétonnier
 - Paramètres de fonctionnement
- Prémption

Caractéristiques des coffrets et têtes de feux de circulation

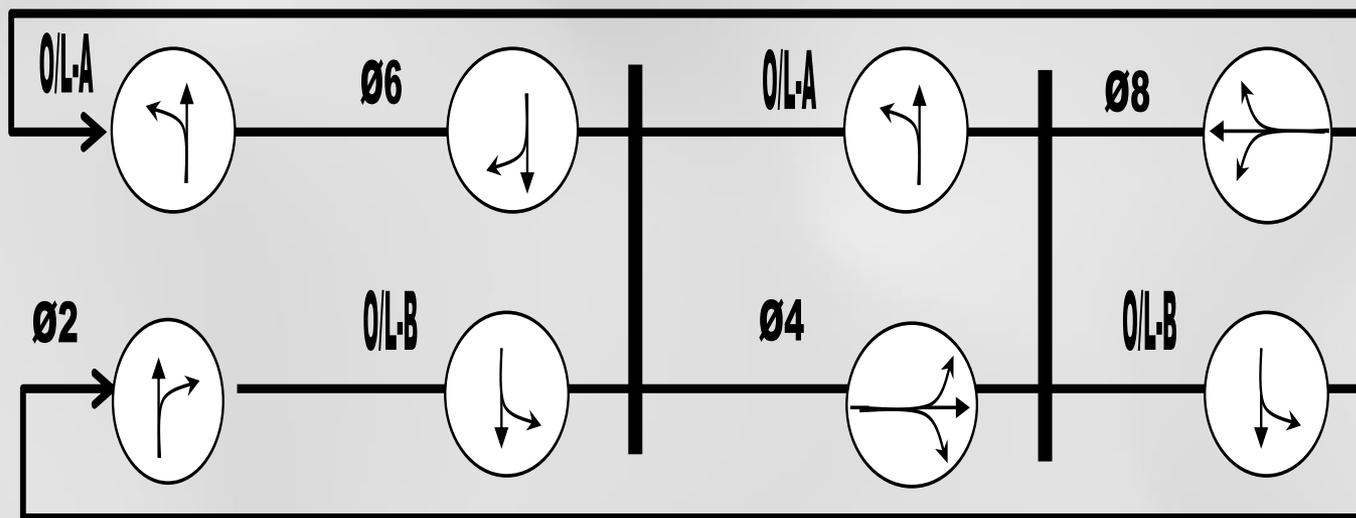
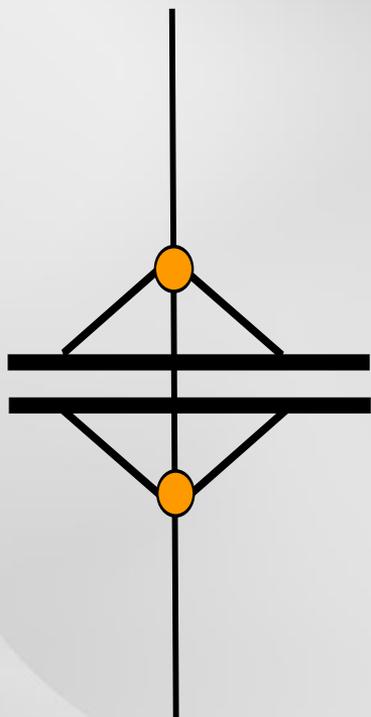
- Plan de branchement
 - Têtes de feux de circulation
 - Détecteur véhiculaire et piétonnier
- Système de relève
 - Paramètres de fonctionnement

Programmation du régulateur

Séquences véhiculaires/piétons



Séquences un contrôleur/deux intersections



O/L-A = Ø2 et Ø4

O/L-B = Ø6 et Ø8

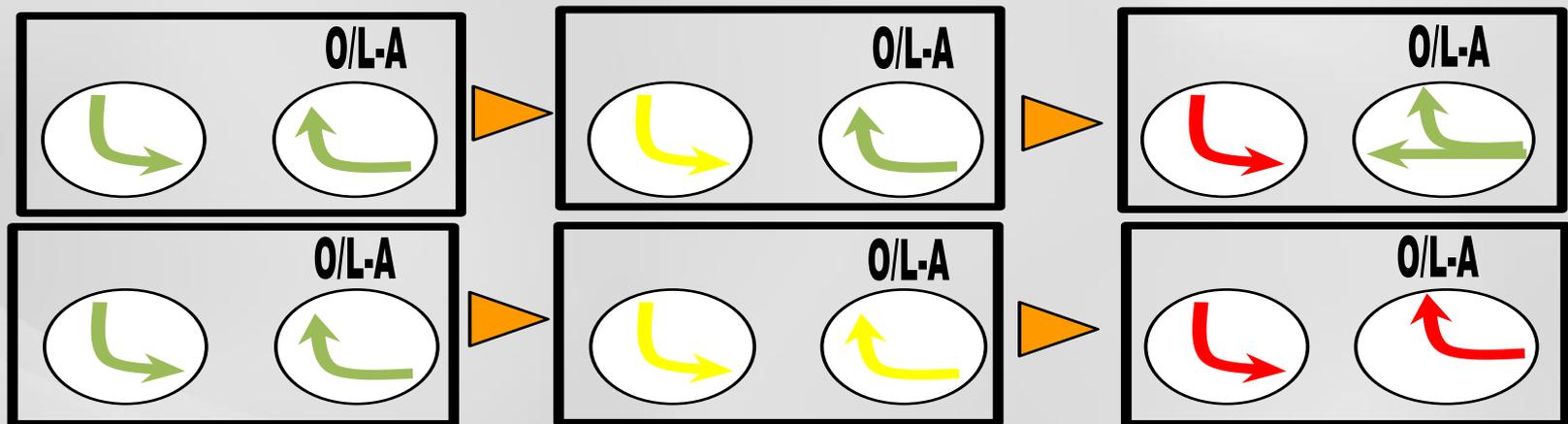
Plan de temps

C : PLAN DE TEMPS DES PHASES ET DE LA MINUTERIE 01

Phase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	↳	↳r		⇌	↳	↳					
Vert minimum (sec)	8	8		8	8	8		8			
Extension véhiculaire (sec)	1,5	1,5		1,5	1,5	1,5		1,5			
Vert maximum 1 (sec)	20	30		30	30	30		30			
Vert maximum 2 (sec)	20	30		30	30	30		30			
Incrément du vert max dynamique (sec)											
Vert maximum dynamique (max3) (sec)											
Jaune (sec)	3	5		5	5	5		5			
Tout rouge (sec)	1	2		2	2	2		2			
Phases jumelles (dual entry)		x		x		x		x			
Engagement piéton protégé (sec)		5		5		5		5			
Engagement piéton non protégé (sec)								20			
Dégagement piéton (sec)		20		20		20		20			
Dégagement piéton supplémentaire (sec)											
Durée de phase (sec)	24	37		37	37	37		40			
Durée de phase en % du cycle (%)	24%	38%		38%	38%	38%		41%			
Durée du cycle (sec)	98										
Rappel		Min				Min					

Chevauchement

- Permet d'alimenter une tête de feu en fonction de plusieurs phases.
- Si une phase succède à la suivante, dans le chevauchement, la lumière ne passe pas par le jaune.



Fonctions de détection

- Phase(s) associée(s)
- Impulsion, présence
- Retardateur, extension, détection

Paramètres de coordination

- Les types de coordination :
- Temps fixe (synchronisation optimale mais perte de temps...);
- Semi-adaptatives;
- Complètement-adaptatives (peut sembler dé-coordonner;)
- Gestion dynamique (Traffic responsive);
- temps réel comme InSync.

Paramètres de coordination

- Durée du cycle
- Intervalle de référence
- Méthode de retour à la coordination
- Adaptatif
 - Type de fin de phase (fixe force-off, floating force-off)
 - Permissives
 - Max?
- Source d'activation de la coordination
- Phase de coordination, point de référence
- Partage des phases

- Cédule
- Prémption
- Séquence de démarrage
- Mode clignotant
- Pairage (peer to peer)
- Fonction « logic »
- Données mises en mémoire (log)
- Communication
- Alarmes

Programmation du moniteur de conflits

- Red Fail Monitoring
- Red Enable Input
- Walk Disable Option
- Voltage Monitoring
- Controller Voltage / Fault Monitor Input
- Local Flash Status Input
- Minimum Yellow Change / Red Clearance Monitoring
- Minimum Yellow Change Interval
- Minimum Yellow Clearance Disable
- Minimum Yellow Plus Red Interval
- Minimum Yellow Plus Red Clearance Disable
- MMU Power Failure Detection
- Port Communications

I : CAVALIERS DES PERMISSIONS DE LA CARTE DU MONITEUR DE CONFLITS

LA SORTIE	PEUT ÊTRE ACTIVÉE EN MÊME TEMPS QUE CELLES-CI :															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16						
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
8	9	10	11	12	13	14	15	16								
9	10	11	12	13	14	15	16									
10	11	12	13	14	15	16										
11	12	13	14	15	16											
12	13	14	15	16												
13	14	15	16													
14	15	16														

Minimum yellow change disable							
1	2	3	4	5	6	7	8
			x		x		x
9	10	11	12	13	14	15	16

Minimum flash time	8	4	2	1	secondes
	x		x		

Latch enable	24V	CVM
	x	

H : GESTION DES PRÉEMPTIONS 01

Temps de préemption (sec)	60
----------------------------------	-----------

	Arrêt de la phase courante																Dégagement		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	21	6	
Phase	L	R		P	P	P											P		
Vert minimum (sec)																			
Vert maximum (sec)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Extension véhiculaire (sec)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Jaune (sec)																			
Tout rouge (sec)																			
Engagement piéton (sec)																			
Dégagement piéton (sec)																			
Rappel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Temps total (sec)																			

Temps de disponible (sec)	60
----------------------------------	-----------

Autres éléments

- Caractéristiques des unités optiques
- Schéma de branchements des têtes de feux (fils, résistance, relais de charge)
- Caractéristiques des détecteurs (type, emplacement, nombre)
- Schéma de branchement des boucles, boutons poussoirs pour piétons, de la communication et du système de relève

Réflexions

- Le domaine des feux de circulation est intégré dans les comités de signalisation (AQTR, MTMDET).
 - Devrions-nous établir un comité spécifique pour les feux de circulation?

- Au Québec, devrions-nous avoir une formation avec certification pour travailler dans le domaine des feux de circulation?
 - Les certifications pourraient inclure les concepteurs, les techniciens et les électriciens.

Références

Certification IMSA pour travailler sur les feux de circulation,

<http://www.imsasafety.org/certify.htm>

Traffic signal manual, NCHRP report 812,

http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_812.pdf