

Comment lutter contre la pollution urbaine ?

Fluidifier le trafic à 50km/h



U.C.I.L. 50 rue Saint-Jean 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

<i>Fichier</i>	<i>Version</i>	<i>Modification notable</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date</i>
<i>LutterContreLaPollution_A_RégulationTrafic.doc</i>	<i>A</i>	<i>Initial</i>	<i>Raymond Joumard</i>	<i>12/02/2015</i>

Sommaire

9.	Fluidifier le trafic à 50km/h	3
9.1.	Les objectifs de la fluidification de trafic	3
9.2.	Principes de la régulation	3
9.2.1.	Définitions préalables.....	3
9.2.2.	Exemples de cycles types.....	4
9.2.3.	Débit maximal assuré.....	5
9.2.4.	Carrefours particuliers.....	5
9.3.	Cycle de feux intelligent (auto-adaptatif)	5
9.4.	Coordination entre feux synchronisés.....	6
9.4.1.	Synchronisation des feux d'un sens unique	6
9.4.2.	Synchronisation des feux d'une voie à double sens	6
9.4.3.	Synchronisation globale d'un quartier	6
9.5.	Ajustements par plans de feux	8
9.5.1.	Anticipation du feu vert.....	8
9.5.2.	Adaptation à la condensation	8
9.5.3.	Reprise manuelle	8
9.6.	La régulation de trafic à Lyon.....	8

9. Fluidifier le trafic à 50km/h

9.1. Les objectifs de la fluidification de trafic

Les objectifs de la fluidification de trafic sont :

- ⇒ accroître le débit (réduire la congestion), avec un coût d'investissement acceptable ;
- ⇒ diminuer les temps de trajets (VP et TC) pour éviter le gaspillage de temps des Lyonnais et attirer l'implantation d'entreprises (critère de Cushman et Wakefield) ;
- ⇒ rendre les transports collectifs plus attractifs en les accélérant ;
- ⇒ assurer la sécurité en incitant au respect de la vitesse ;
- ⇒ réduire les émissions
 - de CO2 par une vitesse optimale et constante,
 - de polluants nocifs (vitesse trop faible, redémarrages) ;
- ⇒ respecter les exigences de l'Union Européennes de non dépassement des seuils de pollution.

Ce document présente des conditions et contraintes urbanistiques qui favorisent la régulation de trafic nécessaire pour atteindre la fluidité.

9.2. Principes de la régulation

9.2.1. Définitions préalables

Les feux tricolores sont caractérisés par :

- ⇒ leur période,
- ⇒ les phases,
- ⇒ le plan de feux,
- ⇒ la durée des phases.

9.2.1.1. La période

La période est le temps au bout duquel la séquence des feux se répète.

Autrement dit, c'est la durée du cycle répété de séquences de phases vertes, orange et rouge sur l'ensemble des rues et passages du carrefour.

La durée de la période est habituellement fixe, mais peut-être adaptable par modification de la durée de certaines phases.

9.2.1.2. Les phases

Une phase est la portion de période pendant lequel il n'y a aucun changement d'état des feux d'une rue ou d'un passage.

9.2.1.3. Le plan de feux

Le plan de feu est le cycle d'enchaînement des différentes *phases*.

Un plan de feu peut enchaîner jusqu'à une 60aine de phases.

9.2.1.4. La durée de chaque phase.

La durée d'une phase est habituellement fixe, mais peut être adaptable progressivement ou même instantanément.

9.2.2. Exemples de cycles types

Donnons comme exemple le plan de feux type d'un carrefour standard de 2 chaussées à simple sens et un autre à double sens.

Pour simplifier la présentation, les phases pour passages piétons ont été synchronisées avec celles des véhicules, ce qui n'est pas le cas en réalité.

Carrefour en sens unique		
Nord-Sud	Durée	Est ouest
Vert	25 s	Rouge
Orange	3 s	Rouge
Rouge	2 s	Rouge
Rouge	25 s	Vert
Rouge	3 s	Orange
Rouge	2 s	Rouge
Total	60 s	
ROUGE	35 s	

Le flux peut circuler pendant 25s/60s, soit un peu plus de 40% du temps.

"Tourne à gauche" successifs				
Nord-Sud	Sud Nord	Durée	Est Ouest	Ouest Est
Rouge	Vert+TàG	10 s	Rouge	
	Vert	18 s	Rouge	
TàG	Orange	3 s	Rouge	
TàG	Rouge	9 s	Rouge	
Orange	Rouge	3 s	Rouge	
	Rouge	2 s	Rouge	
	Rouge	10 s	Rouge	Vert + TàG
	Rouge	18 s	Vert	
	Rouge	3 s	Vert	Orange
	Rouge	9 s	TàG	Rouge
	Rouge	3 s	Orange	Rouge
	Rouge	2 s	Rouge	
	Total	90 s		
TàG=Tourner à Gauche			28 s /voie de vert	

"T à G" simultanés		
Nord-Sud	Durée	Est-Ouest
Vert	30 s	Rouge
Orange	3 s	Rouge
TàG	10 s	Rouge
Rouge	2 s	Rouge
Rouge	30 s	Vert
Rouge	3 s	Orange
Rouge	10 s	TàG
Rouge	2 s	Rouge
Total	90 s	
		30 s /voie de vert

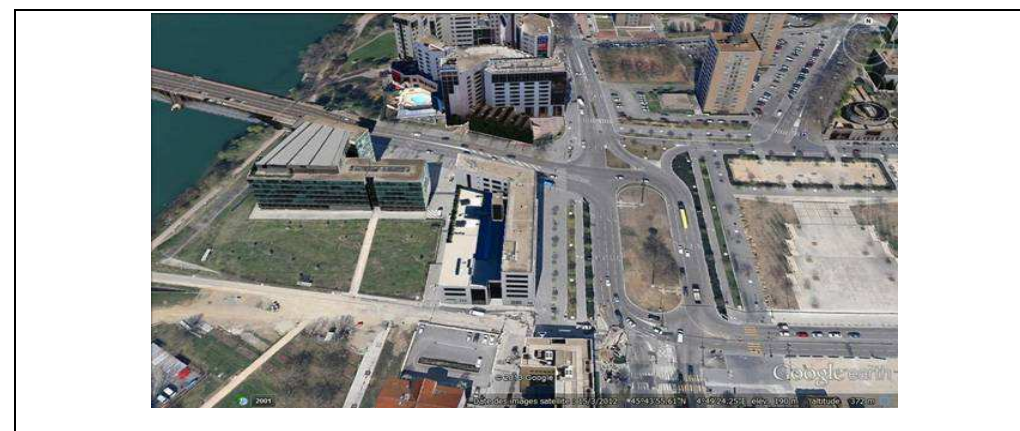
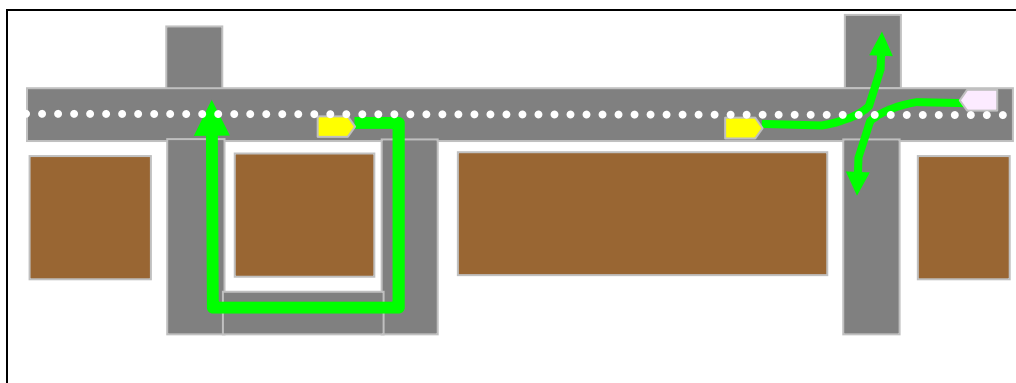
Les phases de Tourne à Gauche peuvent être séquencées soit simultanément, soit successivement (à l'indonésienne, mais aussi pratiqué aux USA).

L'enchaînement vert et Tourne à Gauche peut être inversé, ce qui peut être utile, comme nous le verrons, pour les synchronisations.

La période classique est donc de 90s, ce qui alloue près de 30s. au feu vert. Quand le trafic n'est pas intense, ce plan de feux laisse écouler suffisamment de voitures. Il permet le passage d'une douzaine de véhicules par voie, s'il n'y a pas de retard au démarrage.

Quand le trafic est intense, l'allongement des phases de vert et donc de la période sont utiles pour écouler d'avantage de véhicules.

Pour éviter de diminuer le débit de 20% par les « Tourne à Gauche », il est possible d'imposer par exemple un tour de pâté d'immeuble en sens horaire ou anti horaire, bien que ce dispositif utile ne soit pas courant.



9.2.3. Débit maximal assuré

A 50km/h la densité maximale est d'un véhicule tous les 20 m (14 m entre véhicule).

Pour une phase de 30s, la distance parcourue pendant une phase verte est de
 $D_p = (30s * 14m/s) = 420m$. Le débit maximal de véhicules de l'onde verte est de l'ordre de : $D_p / 20m = 21$ véhicules par voie.

Soit pour chaque voie dans un carrefour avec une période de 90s. le débit est donc de $D_2 = 21 * 3600s / 90s = 840$ véhicules / h.

Pour une phase de 24s en sens unique, le débit maximal est

$D_1 = 24 * 14 / 20 * 3600 / 90 = 1008$ véhicules / h.

Un des intérêts des sens uniques est donc d'autoriser un débit par voie 25% supérieur, comparé à une chaussée à double sens.

9.2.4. Carrefours particuliers

Chaque carrefour nécessite une étude particulière.

Certains carrefours complexes nécessiteraient une étude d'aménagement et de régulation poussée pour fonctionner de façon vraiment optimale.

Exemple, le rond point Tony Garnier :

9.3. Cycle de feux intelligent (auto-adaptatif)

Un plan de feu intelligent s'adapte à la densité de circulation.

La durée de chaque phase est adaptable de 3 façons :

⇒ **Par micro-régulation immédiate, en temps réel** : allongement d'une phase en cas de reliquat de véhicules en fin de phase, ou raccourcissement en cas d'absence de passage en fin de phase.

Ce type d'adaptation immédiate convient en cas de faible trafic.

⇒ **Progressivement, en coordination avec d'autres carrefours** :

- soit en cas de diminution de trafic,
- soit en cas d'augmentation.

Ce type d'adaptation convient pour adapter le cycle de feux à la saturation du carrefour.

⇒ Coordonnée et pilotée avec un ensemble d'autres feux.

La combinaison micro-régulation + coordination est peu utilisée, car elle est complexe, sauf si elle est limitée : allongement d'une phase verte au détriment d'une rouge, détection de présence et suppression d'un Tourne à Gauche ou anticipation de feu rouge, selon les entrées du carrefour précédent.

9.4. Coordination entre feux synchronisés

En ville un carrefour à feux est rarement isolé. Il est judicieux de tenir compte des carrefours voisins.

Notamment sur un axe de circulation principal, la synchronisation des feux entre carrefours crée une « onde verte », flot de véhicules roulant à la vitesse choisie rencontrant systématiquement des feux verts au carrefour suivant.

Tous les carrefours synchronisés doivent fonctionner :

- ⇒ avec une période commune,
- ⇒ des phases identiques ou coordonnées et
- ⇒ un déphasage (décalage des phases) calculé entre cycles de feux, par rapport à un temps commun.

Analysons les contraintes de voiries et donc urbanistiques pour que la synchronisation des feux puisse se faire correctement.

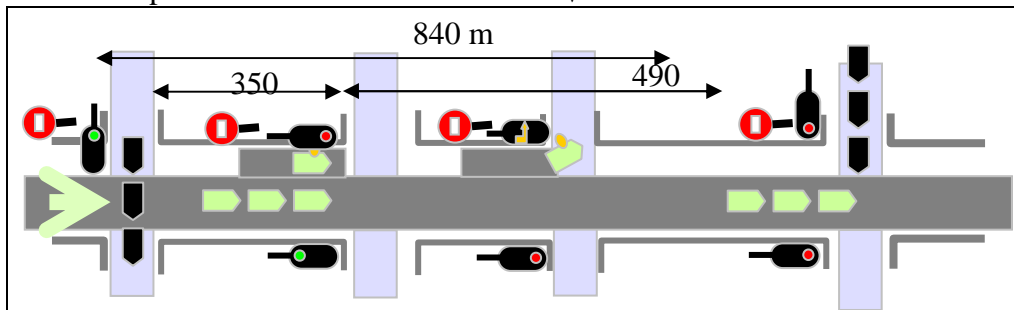
La synchronisation nécessite des transmissions par onde ou filaires entre feux ou vers une régulation centralisée.

9.4.1. Synchronisation des feux d'un sens unique

A 50 km/h, un véhicule parcourant $d=13,9\text{m/s}$.

Avec un plan de feux standard :

- ⇒ la longueur de l'onde verte, $L=350\text{ m}$.,
- ⇒ l'espace vide entre 2 ondes vertes, $E=490\text{ m}$.,
- ⇒ l'espacement entre 2 ondes vertes $D_v=840\text{ m}$..



Le « déphasage » entre plans de feux de 2 carrefours synchronisés est fonction de leur distance : $\Phi = D / d$.

Il n'y a pratiquement de contraintes urbanistiques sauf des dégagements à gauche nécessaires.

Créer des sens uniques permet de fluidifier la circulation.

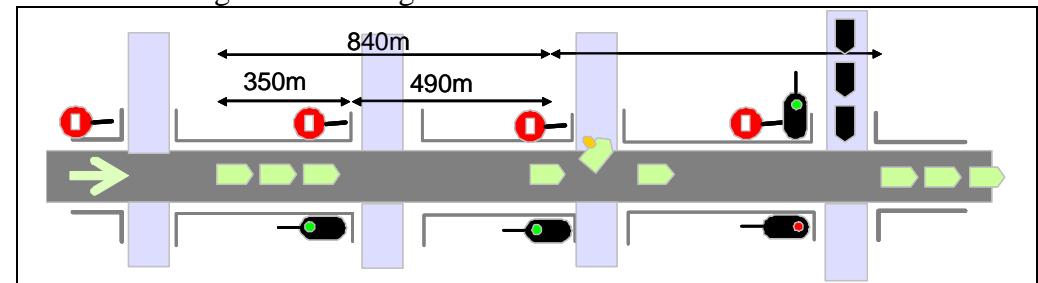
9.4.2. Synchronisation des feux d'une voie à double sens

Pour que la régulation fonctionne à 50km/h, les croisements doivent être espacés de :

- ⇒ soit $D_v = \text{espacement entre flots} / 2 = 630\text{m}$ (sur 45s) environ,
- ⇒ soit en décalant les TàG, alternativement de $D_1 / 2 = 490\text{m}$ (sur 35s) pour l'un et $D_2=770\text{m}$ (sur 55s) pour l'autre.

Sinon, il faudra :

- ⇒ soit ajuster les durées de phases et de période,
- ⇒ soit adapter la voirie (cf. ci-dessous auto 1),
- ⇒ soit résigner à des congestions localisées.



L'urbanisme et la voirie associée devraient absolument intégrer la possibilité de synchroniser les feux.

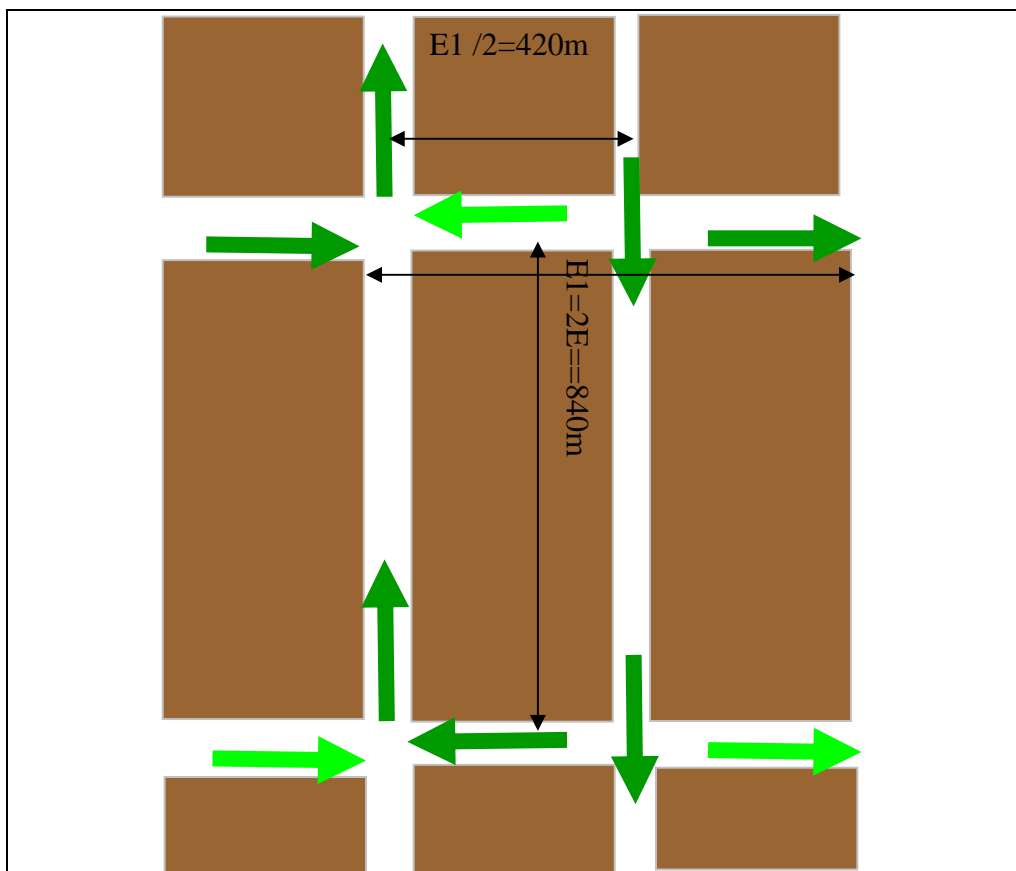
Malheureusement les conditions idéales sont rarement anticipées.

9.4.3. Synchronisation globale d'un quartier

Une régulation intelligente implique une synchronisation auto-adaptative et globale par zones.

Chaque zone peut être régulée indépendamment des autres, sans que cela nuise sensiblement à l'optimisation de sa régulation et à celui des zones adjacentes.

Citons comme exemple de zone le quartier de Gerland, délimitée par le Rhône et les voies ferrées et qui comporte seulement : des entrées depuis l'autoroute, quelques accès peu fréquentés traversant les voies ferrées.



La synchronisation globale est utile pour éviter que les ralentissements ne se propagent.

La figure suivante montre l'exemple d'un quartier quadrillé selon 2 axes perpendiculaires avec régulation optimale, avec sens unique.

Pour que la synchronisation opère dans les 2 directions perpendiculaires, l'écartement entre carrefours est alors imposé (voir un exemple sur le schéma).

9.5. Ajustements par plans de feux

L'important pour réguler le trafic est que la voirie ait été étudiée pour.

Faute de quoi, la coordination globale oblige à :

- ⇒ s'écarter du cycle de feux idéal,
- ⇒ l'adapter aux contraintes de distance ;
- ⇒ privilégier un axe de circulation au détriment des autres, par exemple, en début ou en fin de journée.

Les conditions idéales sont rarement réunies. Chaque carrefour nécessite des ajustements étudiés.

Une bonne régulation ne fonctionne que si :

- ⇒ tous les plans de feux sont bien étudiés, bien connus du régulateur pour forcer le bon plan selon le problème particulier rencontré.
- ⇒ le déclenchement est parfait et à temps, automatiquement ou manuellement,
- ⇒ les problèmes sont traités rapidement (véhicule mal stationné par exemple), éliminés rapidement par une patrouille de policiers.

Lors d'un changement de cycle de feux, un délai existera avant que le nouveau cycle de feux optimise le trafic.

Un fonctionnement transitoire peut-être calculé afin de lisser les temps et réduire les perturbations sur le trafic.

9.5.1. Anticipation du feu vert

Lorsqu'un flot de véhicule (1) débouche perpendiculairement pour emprunter un axe synchronisé, il faut anticiper l'allumage du feu vert suivant pour écouler le flot auxiliaire avant l'onde verte.

9.5.2. Adaptation à la condensation

Plutôt qu'un ajustement « continu », l'adaptation au trafic d'un carrefour isolé ou d'un ensemble de carrefours se fait par des « plans de feux ».

9.5.3. Reprise manuelle

Les décisions d'adaptation peuvent être automatiques, mais doivent pouvoir être reprises en main par un régulateur, notamment en cas d'événement particulier (match...), ce qui nécessite une vision globale des problèmes en amont ou aval.

9.6. La régulation de trafic à Lyon

Un PC (CRITER Centre de Régulation et d'Information sur le Trafic et Evénements Routiers) assure la surveillance et la régulation du trafic.

CRITER est le poste de gestion centralisée du trafic du Grand Lyon. Il permet de **gérer en temps réel le trafic routier sur les 2400 km de voirie de l'agglomération**, par la gestion d'ondes vertes, et la mise en place de la priorité aux transports en communs.

CRITER est constitué (chiffres 2013):

d'un réseau de capteurs permettant de remonter en temps réel de l'information sur le trafic grâce aux 621 postes de mesures (dont 48 affectés au vélos), 246 caméras vidéos, et d'un **réseau d'actionneurs** permettant de piloter 1 255 des 1500 carrefours à feux de l'agglomération, 46 PMV et 126 sites bornes...

d'un puissant réseau de télécommunication industriel permettant d'assurer la rapidité et la robustesse du dispositif : 485 km de fibre optique, technologies radio de type wifi, 28 frontaux de communication 174 commutateurs réseaux - d'un poste de gestion centralisée hébergeant des serveurs industriels.

de plusieurs bases de données dont une base de données de configuration découpant le réseau selon une logique de déplacements, une base de données temps réel et une base de données historique pour amasser la connaissance.

d'outils logiciels puissants et temps réels qui permettent de gérer le trafic : régulation, information, supervision des équipements, analyse de la base de connaissance pour amélioration des services.