

Les vertus diurétiques d'un cycle court

Il fut un temps où les cycles de feux de la ville de Paris étaient de 70 secondes, tandis que ceux des villes de province dépassaient les 2 minutes.

Ne parlons pas de l'époque où les agents de police de la circulation prenaient les contrôleurs de feux en commande manuelle et faisaient durer les cycles jusqu'à 5 mn (mesuré au carrefour du général Ferrié à Marseille).

La théorie du trafic était simple : dans un cycle de feux, chaque phase occasionne des interphases de plusieurs secondes pendant lesquels aucun véhicule ne passe. Plus le cycle est long et plus ces temps perdus cumulés sur un cycle sont en faible pourcentage. C'est donc autant de gagner pour faire passer les voitures.

La-dessus se greffe la notion de débits de saturation qui permet de répartir les durées de vert au prorata de la demande pondérée par les capacités de chaque entrée.

La pratique est toute autre.

Débits de saturation

Le débit de saturation est lié à la météo, au taux de mouvements tournants, à la fréquentation piétonne, au taux de PL, à la fréquence des transports en commun, au calendrier scolaire et parfois aux grands événements (les arrêts pour acheter le journal sont plus fréquents pendant le mondial de foot...),....

Ces grandeurs sont quasiment imprédictibles, sauf aux heures creuses et la nuit où l'optimisation des feux n'est pas un enjeu. ([voir l'annexe sur les débit de saturation](#))

Carrefours en relation directe.

Pour des raisons d'ondes vertes modérantes ou non, la durée du cycle est une durée commune à un groupe de carrefours. Ces groupes n'ont la plupart du temps qu'un carrefour critique qui va dicter la durée du cycle. Souvent, ce "dictat" est inutile: toutes les entrées du carrefour critique sont saturées (il s'agit de l'heure de pointe). Alors peut importe que celui-ci soit synchronisé ou non avec les autres carrefours du groupe qui, eux, pourraient donc fonctionner à cycle court.

Carrefour critique

Quant au carrefour critique, il est en général proche du centre ville et sert de distributeur, avec d'importants mouvements tournants de VL et de TC, dont les arrêts sont proches des zones de conflit, avec des stationnements de courte durée tout aussi proches, avec des flux piétons importants. Le carrefour est critique parce qu'il est le siège de nombreuses micro-perturbations qui souvent s'amplifient l'une l'autre. Les piétons ne tolèrent pas d'être arrêtés plus de 20 secondes et forcent le passage. Les cyclistes ne peuvent pas anticiper suffisamment leur approche du carrefour pour éviter de mettre pied à terre. Les bus qui tournent à droite (ou à gauche) doivent s'arrêter pour laisser passer les piétons qui sont légitimement sur le passage piéton de la transversale. Si le bus s'arrête en aval du carrefour, le flux qui le suit reflue sur la zone de conflit et gêne une partie du flux transversal au vert de la phase suivante...

Au milieu de toutes ces occasions de perturbation, la probabilité que deux phases opposées se gênent mutuellement est forte. Plusieurs minutes peuvent être neutralisées à cause d'un petit problème initial qui n'aura pas été résolu à la fin du cycle, conduisant les véhicules à s'enchevêtrer en milieu de carrefour. Avec un cycle long, la probabilité que plusieurs micro-perturbations s'additionnent est plus forte.

Par ailleurs, en cas de perturbation en amont du carrefour critique, les véhicules retardés ne vont pas utiliser le vert qui leur était prévu. Ils seront alors en surnombre lors des cycles suivants.

Dans cet environnement, le calcul des durées de vert au prorata de la demande n'a rien à voir avec la réalité. Il s'agit de minimiser les effets des micro-perturbations de façon à garder le plus de vert possible opérationnel.

Solutions

On peut penser que quelques secondes de rouge barrage à chaque cycle permettent d'améliorer le fonctionnement. Mais ces quelques secondes de rouge barrage participent alors à l'allongement du cycle, à l'énervement des piétons et des conducteurs qui vont attendre plus longtemps, aux bus qui risquent de se succéder à plusieurs à l'intérieur d'un même cycle.

L'autre solution, c'est le cycle court. 60 à 70 secondes. Chaque inter-phase tient lieu de mini-rouge barrage pendant lequel les véhicules résiduels arrêtés dans les zones de conflit seront statistiquement moins gênant parce que statistiquement moins nombreux à poser problème.

Les voitures traversent le carrefour en groupe plus compact. Il y a moins de véhicules attardés qui offrent au piéton des créneaux tentants. Les phases piétons seront correctement identifiées par les piétons qui traverseront mieux groupés et en meilleure sécurité.

Les cyclistes auront moins à ralentir en attendant que le feu passe au vert.

Les conducteurs ayant pris l'habitude d'un cycle court seront plus réactifs au moment du vert. Les arrêts de courte durée auront moins de conséquence sur le cycle suivant parce que le nombre de véhicules concernés sera moindre.

Incidemment, le gestionnaire des circulations pratiquant le cycle long se passionnera pour la régulation dynamique de ses carrefours critiques, se focalisant naturellement sur la gestion du trafic automobile, alors qu'il suffit d'un bon réglage à temps fixe sur un cycle court permettra d'obtenir un meilleur niveau de service (véhicule, piétons, TC et cycliste confondus).

Cas du "Pelican Crossings"

<http://www.roads.dft.gov.uk/roadsafety/goodpractice/20.htm>

Les anglais ont pour leur part inventé le cycle ultra court pour les passages piétons.

La réglementation française stipule que le vert piéton doit lui permettre un temps d'engagement correspondant à la perception du passage du feu piéton du rouge au vert, soit quelques secondes, et un temps de dégagement proportionnel à la largeur de la chaussée. Le vert voiture doit comporter une durée minimum. Résultat, l'automobiliste, le cycliste, le bus et le piéton sont souvent gênés et se sentent abusivement pénalisés: le piéton passe hors de sa phase verte et automobilistes et cyclistes grillent allègrement le feu rouge.

Les anglais ont un système beaucoup plus agréable :

- *Le feu voiture est normalement au jaune clignotant*
- *Lorsqu'un piéton veut traverser , il appuie sur l'appel piéton.*
- *3 secondes plus tard, le feu voiture est rouge et le feu piéton est jaune clignotant.*
- *3 secondes plus tard, le feu voiture est jaune clignotant et le feu piéton est rouge*
- *Le cycle est prêt pour un nouvel appel piéton*

Concrètement, le piéton est servi dès son demande (qui peut être automatique si le bouton poussoir est remplacé par un tapis sensible). Le véhicule s'arrête comme il sait le faire à tout feu passant au rouge.

Lorsque le piéton est encore sur le passage piéton, le véhicule peut franchir celui-ci en donnant la priorité aux piétons engagés.

Ces installations sont généralisées au Royaume Uni soit en section courante, soit en entrée-sortie de giratoire. Les débits de piétons et de véhicules sont parfois importants et le partage de la chaussée se fait de façon très souple: le piéton qui appelle est directement attentif à la procédure d'arrêt des véhicules et s'engage sans retard. L'automobiliste est dans une situation naturelle d'infériorité vis à vis du piéton et redémarre en douceur.

Le cas des giratoires est intéressant, car sans ce système, les piétons sont souvent très pénalisés: avant de traverser une voie de sortie, ils doivent regarder vers l'arrière pour évaluer si le véhicule sur l'anneau va ou non sortir de l'anneau.

Les "Pelican crossings" sont l'illustration la plus radicale des vertus du cycle court. En France, les feux en sortie de giratoire ont un cycle d'au moins une vingtaine de secondes qui conduit à faire refluer les véhicules sur l'anneau sans vraiment placer les piétons et les cyclistes en bonne sécurité.

Les "experts français" prétendent que le conducteur français ne saurait avoir le comportement des Anglais. C'est pourquoi la réglementation reste ce qu'elle est. Les choses en était encore là en 2002.¹

Conclusion

Le cycle court, que l'on rejette intuitivement pour traiter les zones chargées, mérite d'être regardé avec intérêt. Dans la plupart des cas, il peut concurrencer les cycles longs mis en œuvre soit par les gestionnaires de la circulation formés au calcul des feux de carrefour sur la base d'un modèle théorique trop loin de la réalité des micro-perturbations du trafic, soit par de coûteux systèmes de micro ou macro-régulation dont l'efficacité n'est pas prouvée à l'aune du nécessaire partage de la chaussée entre piétons, cyclistes, TC, VL et PL.

¹ En 2019, rien de changé !!

Annexe

DEBITS DE SATURATION SUR CARREFOUR A FEUX FICHE DE SYNTHESE (G. Lemaitre pour le CETUR)

Le débit de saturation d'une entrée de carrefour à feux est une notion qui n'est pas strictement définie et varie selon les auteurs et les objectifs poursuivis. Il semble intéressant de faire le point sur ce paramètre important pour les calculs de plan de feux, la conception d'un plan de circulation ou la prévision de ses effets.

Un exemple à connaître : 1 200 passagers par heure de vert l'hiver à Edmonton contre 1 800 l'été à Calgary, de quoi faire beaucoup d'erreurs dans les projets.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Bien que le débit de saturation soit toujours exprimé en nombre de véhicules à l'heure de vert, plusieurs définitions existent :

- QS (abréviation du débit de saturation) est soit le nombre maximal, soit le nombre moyen de véhicules, ou de passagers pouvant passés sur une entrée de carrefour en heure de vert.
- QS peut être mesuré sur les premières secondes de vert, sur une partie définie du vert, ou estimé selon l'environnement.
- QS peut être considéré comme une constante ou une variable à l'intérieur du vert.
- les facteurs qui influent sur QS (sans les classer selon leur importance), sont :
 - **largeur du couloir d'entrée ou nombre de voies**
 - **rayons de giration**
 - **état des caniveaux et bordures**
 - **état de la chaussée**
 - **marquage**
 - **déclivité**
 - **visibilité et emplacement des signaux**
 - **réglementation (sens unique, double sens, stationnement)**
 - **type d'intersection**
 - **utilisation des voies (si plusieurs voies pour un même courant)**
 - **nombre de cycle d'attente avant de passer le feu**
 - **longueur de queue moyenne**
 - **taille de l'agglomération**
 - **type de quartier (type de commerces)**
 - **type de trajets (type d'usagers)**
 - **arrêts BUS**
 - **nature et taux de rotation du stationnement (lié à la largeur)**
 - **longueur du cycle**
 - **durée du vert dans l'absolu et par rapport au cycle**
 - **composition du trafic (VL, PL, 2R, piétons, bus)**
 - **zones de stockage**
 - **rapport du ¼ d'heure le plus chargé sur l'heure de pointe**
 - **date, météo**
 - **présence de la police**
 - **capacité d'absorption de l'aval.**

METHODE SIMPLIFIEE DE CALCUL DES CARREFOURS A FEUX

DRCR - SERCR méthode du Highway Capacity Manual 1965

- QS plus faible si l'heure de pointe est fluide (jusqu'à - 30 % !)
- QS plus faible si la ville est petite (jusqu'à - 20 % !)
- QS plus faible en zone résidentielle (jusqu'à - 20 % !)
- QS plus faible avec stationnement (jusqu'à - 30 % !)
- QS plus faible avec arrêt Bus en amont (- 15 % avec 50 bus-heure), en aval (- 5 % avec 50 bus-heure)
- QS plus faible sur mouvements tournants (jusqu'à - 20 %)
- QS plus faible si PL (- 5 % avec 10 % de PL)

La transposition des mesures américaines n'a pas été réalisée. Ces chiffres sont simplement une illustration des variations possibles du QS.

METHODE DE CALCUL DE CARREFOURS A FEUX

SETRA JP Lecoq fev 1973

- QS dépend de la largeur d'entrée (QS brut = 535 l), de la population ($\pm 10\%$) de l'environnement ($\pm 10\%$) de la déclivité (+ 12 à - 30 %)
- QS sur tād dépend du débit de piéton sur la branche de sortie, combiné au rayon de giration, à la largeur de l'entrée et à la position des feux de la branche de sortie (jusqu'à - 50 %)
- QS sur tåg dépend essentiellement de la largeur de l'entrée (entre 60 et 80 %)
- QS dépend de l'éloignement du stationnement et du taux de rotation (jusqu'à environ 20 %)

BASIC TABLE Miller 1968 modifié

- QS est donné par 3 classes d'environnement combiné à 3 types de voies :

quartier/voie	directe	tournante ou mixte	restreinte
Résidentiel	1 850	1 810 1 700	
près centre	1 700	1 670 1 570	
hypercentre	1 580	1 550 1 270	

Ces chiffres sont à ajuster si les voies ont une largeur anormale et selon la déclivité, les stockages, le taux de PL et l'utilisation des voies quand elles sont multiples.

Ces chiffres seraient à revoir aujourd'hui.

DEBITS DE SATURATION CETE AIX - J. Escarment - 1970

Ne sont pris en compte que les cycles non perturbés : on compte tant que l'entrée est saturée, on note l'instant de fin de saturation et on normalise à l'heure. Il s'agit donc d'un QS max théorique. L'auteur estime que le temps total perdu par phase est de 3 secondes.

- QS = 530 vvp/h/mn pondéré par le rayon de giration (jusqu'à - 40 %)
- QS dépend de l'environnement (- 10 % à + 10 % pour l'agglomération, - 10 à + 10 % pour l'ensemble visibilité + stationnement + piétons + vitesse)

SATURATION FLOW MANUAL Edmonton city - Alberta University - 1980

Les canadiens mesurent QS en moyenne entre le début de vert et la 20^{ème} seconde du vert ; ils notent que QS décroît au-delà de 35 à 40 secondes et qu'une phase très courte (< 12 sec) augmente son débit de saturation

- QS dépend de la largeur d'entrée, du rayon de giration (- 30 % pour 5 m), de la façon dont est alimenté le carrefour, et dont il peut se vider
- QS dépend de la composition du trafic, des arrêts Bus liés au pourcentage de vert dans le cycle (jusqu'à - 80%)
- QS dépend du stockage des tåg sans phase spéciale et de leur décharge possible pendant l'inter-vert et pendant le vert (en tenant compte du trafic opposé). Il est précisé que dans un système coordonné, le trafic opposé ne comporte pas de créneau, et que le nombre de créneaux peut être réduit si la sortie du tåg se fait sur un passage piéton à fort débit.
- QS dépend de l'environnement (météo, ville, quartier).

ETUDE DU DEBIT DE SATURATION D'UNE RUE A L'ENTREE D'UN CARREFOUR A FEUX - IRT Odile Desforges - octobre 1980

- QS varie d'un cycle sur l'autre, en particulier à cause de la variabilité des mouvements tournants.
- QS n'est pas particulièrement corrélé avec la largeur de l'entrée (QS = 431 L à 1 100 véh/h près
- les PL varient 1,8 VL - les 2 roues valent entre 0,2 et 1,6 VL !
- L'IRT propose une nouvelle définition du QS

IDEM - IRT - jm Morin - juin 82

L'étude précédente est reprise, avec de nouvelles enquêtes. On note que les mesures excluent les cycles perturbés (gêne en amont ou en aval), et sur des carrefours sans problème de mouvements tournants. Dans ce cas, QS peut être évalué par une mesure entre la 6^{ème} et la 20^{ème} seconde du vert, pendant au moins 50 cycles saturés (méthode du 6-20).

- QS baisse si les tåg sont nombreux, si stockage est faible si débit averse élevé, si cycle long.

IDEM - IRT - D Diep - juin 82 :

précise l'étude précédente en montant l'influence décisive des tåg et de leur stockage (1 tåg égal jusqu'à 10 vl).

EFFET DE L'OBSCURITE SUR LA CAPACITE I.J. Burrow - TRRL - dec 86
- QS de l'heure de pointe du soir en hiver peut être affecté de 5 %.

CONCLUSION sur les débits de saturation

Le débit de saturation est un paramètre extrêmement fluctuant. Aucune méthode n'apparaît pleinement satisfaisante. Il serait intéressant d'effectuer un ensemble de mesures pour déterminer la fourchette de variation et les valeurs les plus typiques de ce paramètre qui sert dans les projets de carrefours et dans les réglages des feux.

On suggère que les réglages de carrefours à feux ne se fassent qu'à partir de mesures terrain complètes, réalisées sur plusieurs cycles successifs, sans exclusion des cycles perturbés.

On peut noter que l'ingénieur de trafic possède certains moyens d'améliorer le débit de saturation :

- verts < 35 s,
- cycles courts limitant le rôle des tåg,
- rétention des usagers sur un carrefour en amont, de façon à limiter l'attente au carrefour critique (un conducteur qui attend beaucoup est un conducteur endormi ou indiscipliné qui fait baissé le QS).

Gildas Lemaître