

**Evaluation de la capacité aux feux
retour d'observations en France**
De la phase conception à l'épreuve du terrain

Octobre 2016



Evaluation de la capacité aux feux

Retour d'observations en France

De la phase conception à l'épreuve du terrain

date : octobre 2016

auteur : Direction Territoriale Méditerranée

responsables de l'étude : Yannis Lagarde/Valérie Battaglia

participants : DTer Centre Est : Frédéric Micoud, DTer Ile de France : Emmanuel Dansault, DTer Normandie Centre : Mélanie Vincent, DTEC TV Christophe Damas

résumé de l'étude :

Cette étude a pour but de vérifier d'une part l'adéquation des valeurs servant aux calculs proposées dans le guide de conception des carrefours à feux aux valeurs issues d'une campagne d'expérimentation dans différentes villes de France, d'autre part de confronter la théorie et les valeurs expérimentales à la pratique des gestionnaires de carrefours à feux.

Des comptages routiers ont été réalisés sur 10 carrefours en France. Le débit d'écoulement de différents mouvements de véhicules a été mesuré : mouvement tout droit, mouvement tournant. Des observations qualitatives sur l'écoulement des véhicules ont été également réalisées. Cette étude a permis de mettre en évidence que le débit d'écoulement varie fortement à la fois d'un cycle à l'autre mais aussi en fonction du carrefour et de son environnement. Le débit de saturation théorique de 1800 veh/h par heure n'est pas toujours atteint sur le terrain et les valeurs peuvent être nettement inférieures.

Bien que les méthodes de conception des carrefours reposent sur des méthodes assez simples, elles permettent de dimensionner le phasage du carrefour si la valeur du débit de saturation est choisie de façon réaliste par rapport au contexte du carrefour (des valeurs sont proposées dans l'étude). Il peut s'avérer opportun dans des cas particuliers, de vérifier par des comptages in situ la valeur des paramètres, lorsque la géométrie est contraignante par exemple. Il ne doit pas être négligé le fait que le caractère aléatoire de la circulation et les dysfonctionnements du carrefour diminuent la capacité réelle. Les dysfonctionnements doivent être traités au mieux notamment par des aménagements. Les capacités accordées au flux routier par des phases de vert importantes ne se justifient pas toujours dans les carrefours étudiés, beaucoup de temps de vert sont inutilisés. D'autre part, les phases très courtes, inférieures à 10s, sont très pénalisantes en terme de débit.

La préoccupation des gestionnaires de feux en France n'est plus souvent la recherche d'un optimum capacitaire. La sécurité des piétons et des vélos et la réduction des temps d'attente pour l'ensemble des usagers sont les deux objectifs prioritaires des exploitants. Le phasage du carrefour doit prendre en compte l'ensemble des flux des usagers, véhicules, piétons, transports en communs.

zone géographique : France entière

nombre de pages : 30

SOMMAIRE

CONTEXTE.....	4
1 OBJECTIF.....	4
2 MÉTHODOLOGIE.....	5
3 EXPÉRIMENTATIONS EN ILE DE FRANCE.....	7
3.1 Descriptif des carrefours.....	7
3.2 Résultats.....	9
3.2.1 Débit d'un mouvement tournant à gauche.....	9
3.2.2 Débit d'un mouvement tout droit.....	12
3.2.3 Mouvement tout droit couplé avec un tourne-à-droite.....	15
3.3 Conclusion.....	18
4 EXPÉRIMENTATION EN NORMANDIE.....	18
4.1 Descriptif des carrefours.....	18
4.2 Résultats.....	20
4.2.1 Débit d'un mouvement tout droit.....	20
4.3 Conclusion.....	22
5 EXPÉRIMENTATIONS RHÔNE ALPES.....	23
5.1 Descriptif des carrefours.....	23
5.2 Résultats.....	25
5.2.1 Débit d'un mouvement tout droit.....	25
5.3 Conclusion.....	30
6 SYNTHÈSE.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	37

Contexte

Les carrefours à feux ont une gestion de plus en plus complexe (réduction du nombre de voies dévolues à la circulation générale mais concentration des trafics sur celles restantes, insertion de phase spécifique TC sur appel) qui pousse les gestionnaires à augmenter les durées de cycle.

L'efficacité dans l'exploitation des réseaux de voirie passe par une très bonne connaissance du fonctionnement des carrefours à feux (optimisation des temps accordés à chaque usager). En effet, les temps de parcours en zone urbaine dépendent essentiellement du temps perdu aux carrefours et non de la vitesse pratiquée sur les voies de circulation.

Cependant, la conception des carrefours à feux repose aujourd'hui sur des méthodes de calculs simples, mais avec des variables d'ajustement assez élastiques (le débit de saturation par exemple). De plus, on constate sur certains carrefours que les calculs montrent leurs limites. Le guide de conception des carrefours présente une méthode simplifiée qui apporte des préconisations en terme de géométrie et traite sommairement les aspects trafic. Le guide de conception des carrefours à feux repose sur une approche capacitaire de la gestion des flux routiers. Le carrefour permet-il d'absorber la demande en trafic ?

Le rôle du carrefour est la gestion temporelle des flux ; il a pour but de dissocier dans le temps l'admission de tous les modes. Il doit permettre d'écouler les différents modes dans des conditions optimales de sécurité.

Le développement des modes de transports alternatifs à la voiture particulière : transports en commun, marche, vélo et la protection des modes doux vis-à-vis de l'automobile interrogent sur les temps accordés à chacun des modes et en particulier pour le piéton. Le comportement spécifique des différents usagers face à des temps d'attente longs et des phases de vert courtes pose des questions en terme d'acceptabilité et peut engendrer potentiellement des comportements à risques et des accidents.

1 Objectif

L'objectif des expérimentations est la vérification des valeurs utilisées pour la conception des carrefours à feux. Une première campagne de vérification a été réalisée en 2014 à Aix-en-Provence. Une deuxième campagne d'expérimentation a été lancée sur plusieurs sites en France pour confirmer les valeurs trouvées.

Les comptages ont pour but de mesurer le débit de saturation au feu vert dans quelques carrefours pour déterminer la variation du débit de saturation et les paramètres qui influent sur ce débit.

L'objectif est de faire évoluer le guide de conception des carrefours à feux en proposant aux concepteurs et aux gestionnaires de feu des éléments pour adapter la valeur du débit de saturation aux situations rencontrées et se rapprocher d'un fonctionnement plus proche de la réalité.

2 Méthodologie

La méthodologie est détaillée dans l'annexe 1.

Les comptages sont réalisés manuellement à l'heure de pointe du matin ou du soir.

La durée de vert du feu est mesurée ainsi que le type et le nombre de véhicules passant durant ce temps pour la détermination du débit de saturation.

Pour les mouvements tournants, le nombre de véhicules est compté et le temps de vert mesuré tant qu'il y a des véhicules effectuant ce mouvement.

Des éléments qualitatifs sont notés

- arrivée irrégulière et peu importante de véhicules
- saturation du carrefour en aval
- stockage tourne à gauche
- piétons traversant

autre, ...

Définitions

débit de saturation :

débit maximal de véhicules admis par voie de circulation (Q_s en veh/h). Il caractérise l'écoulement des véhicules. La valeur théorique usuelle est de 1800 veh/h soit 1 véhicule toutes les 2s.

Capacité de la ligne de feu :

$C_a : Q_s \cdot V / T_y$ où V est le temps de vert et T_y la durée du cycle.

C'est le nombre de véhicules par voie qui peut s'écouler en 1 heure par ligne de feu pour un phasage donné.

Coefficient de véhicules

coefficient qui sert à prendre en compte les caractéristiques dynamiques de l'écoulement des différents types de véhicules : $1PL = 2VL$, $1VL = 2$ deux-roues.

Quand le trafic est calculé en pondérant par ces coefficients le nombre de véhicules, le trafic est en unité de véhicule particulier : uvp. (1 deux roues = 0,5 uvp, 1PL = 2 uvp)

Coefficient des mouvements tournants

coefficient qui sert à prendre en compte les contraintes de giration dans l'écoulement de 1,1 pour un mouvement peu contraignant à 1,3 ou plus pour des girations difficiles.

Quand le trafic du mouvement est pondéré par ce coefficient, le trafic est en uvpd.

Définition des indicateurs utilisés dans l'étude

Le débit de saturation renvoie à une situation théorique où la demande en véhicules (c'est-

à-dire l'arrivée des véhicules sur la ligne de feu) est constante durant toute la phase de vert. Lors des expérimentations, ce n'était pas toujours le cas.

Les indicateurs suivants ont donc été définis pour rendre compte de l'écoulement observé sur le terrain.

- trafic moyen écoulé par heure : nombre de véhicules moyen franchissant la ligne de feu par voie et par heure

- trafic maximal écoulé : trafic moyen du dernier décile des plus grandes valeurs atteintes. Cette moyenne permet d'appréhender la valeur maximale atteinte.

Remarques sur les incertitudes

- Incertitude de mesure

Les comptages ont été effectués manuellement. Si un véhicule franchit la ligne de feu à la dernière seconde de vert, son dénombrement ou pas peut faire varier le nombre de véhicules ayant traversés pour ce cycle de manière non négligeable (1 véhicule sur 15 pour un cycle de 30s et un débit de saturation de 1800 véhicules /h).

- Incertitude statistique

L'hypothèse sera faite que la distribution des mesures expérimentales suit une loi normale. L'intervalle de confiance sera calculé au seuil de 95 % (Ic à 95%).

3 Expérimentations en Ile de France

3.1 Descriptif des carrefours

3 carrefours ont été observés :

- carrefour RN2/RD30 au Bourget
- carrefour avenue de la division Leclerc/rue Edouard Vaillant au Bourget
- carrefour rue Jacques Duclos/boulevard Lefevre à Aulnay-sous-Bois. Il s'est avéré que la demande de trafic n'était pas suffisante pour déterminer un débit d'écoulement expérimental sur ce carrefour.

Les 2 carrefours étudiés dans l'agglomération du Bourget se situent sur le même axe, la RN2. Ces carrefours sont en zone urbaine dense.

« La RN2 assure une fonction de transit entre le boulevard périphérique parisien et les communes d'Aubervilliers, de la Courneuve, du Bourget et du Blanc-Mesnil. De nombreux piétons traversent ces carrefours, car l'activité de commerces et de services est importante et c'est aussi un passage obligé pour rallier la gare RER qui est à 500m. »
Le carrefour RN2/D30 a été réaménagé en 2013; l'aménagement est de type urbain. »

Les mesures ont été effectuées sur la branche RN2 en direction de la province.

Les carrefours comportent dans ce sens :

- une voie dédiée pour le mouvement tourne-à-gauche
- deux voies pour le mouvement tout droit, le mouvement tourne-à-droite est permis.

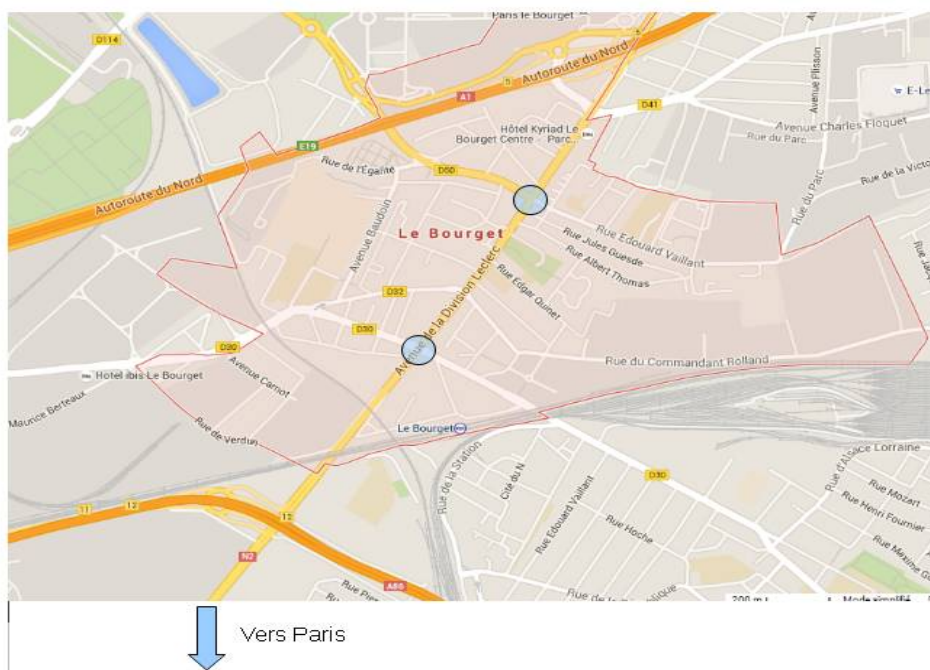
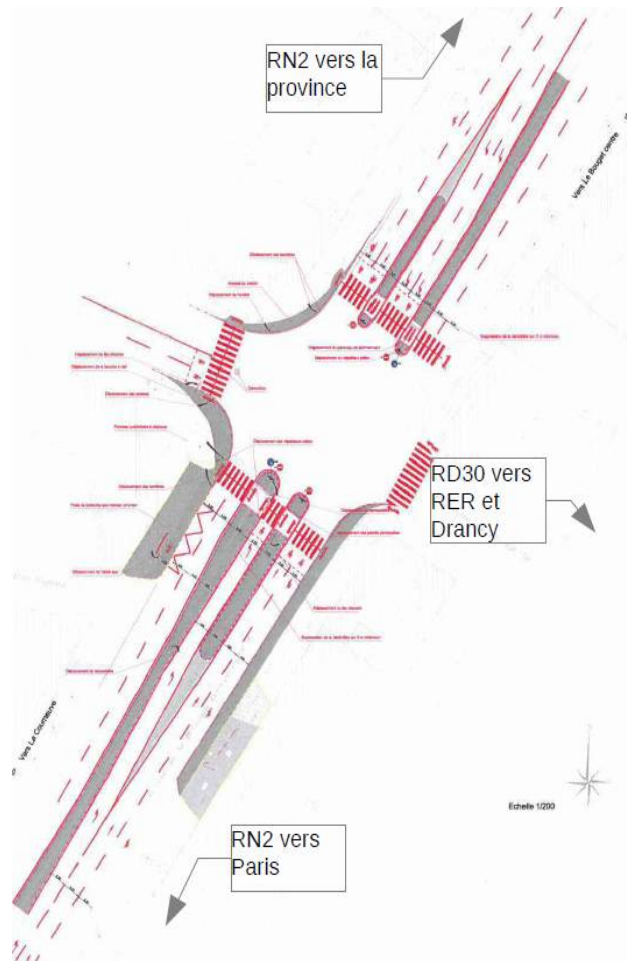
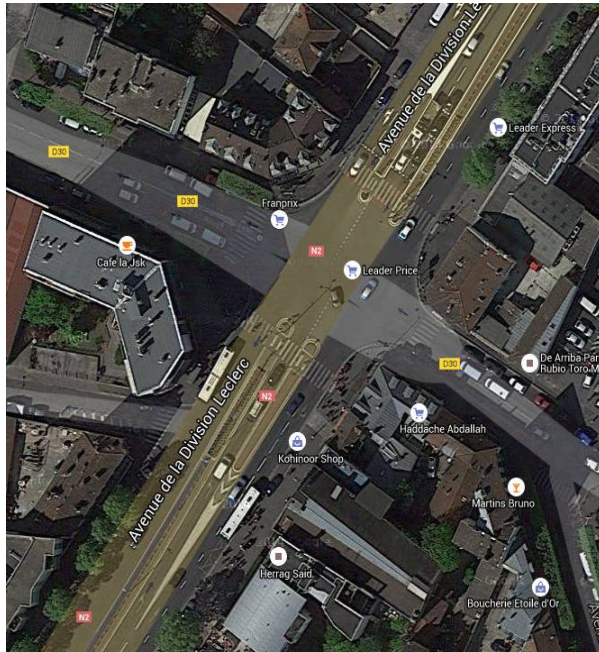
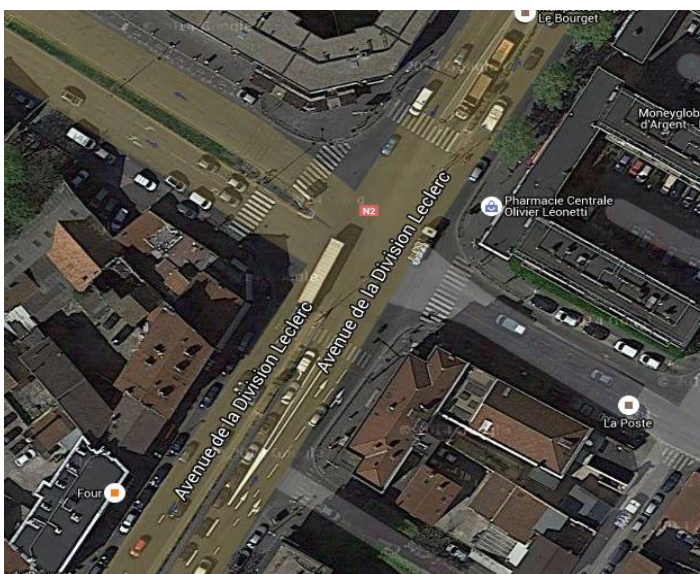


Illustration 1: Plan de situation des carrefours étudiés

Carrefour N2/RD30
comptages réalisés le jeudi 23 avril 2015 de 8H00 à 9H00



Carrefour avenue de la division Leclerc/rue Edouard Vaillant
comptages réalisés le mardi 28 avril 2015 de 8H00 à 9H00



3.2 Résultats

Pour chaque carrefour, il sera étudié qualitativement et quantitativement l'écoulement :

- du mouvement tourne-à gauche sur la voie de gauche dédiée
- du mouvement tout droit sur la voie du milieu
- du mouvement tout droit couplé avec un mouvement tourne-à-droite sur la voie de droite

3.2.1 Débit d'un mouvement tournant à gauche

Voie de gauche carrefour N2/RD30

Analyse du fonctionnement du carrefour pour ce mouvement

La plupart des cycles (27/30) comporte des usagers qui font demi-tour. Le guide de conception des carrefours à feux indique des coefficients pour les mouvements tournants qui varient en fonction du rayon de giration. Le coefficient de giration a été choisi ici à 1,1 bien que deux mouvements de rayon de giration différents coexistent dans les usages.

De nombreux cycles (7/ 30) sont perturbés par des piétons qui franchissent le feu au rouge. Ce phénomène avait été noté en 2013 après la réalisation du nouvel aménagement. Ce phénomène avait été expliqué par un feu piéton rouge et un feu véhicule rouge simultanés qui entraîneraient des problèmes de compréhension de la signalisation.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	25s	
Durée de cycle	90 s	
% de cycles perturbés	23 %	
	En veh/h	En uvp/h
Trafic écoulé moyen	930	1040
Trafic écoulé moyen cycle non perturbé	940	1030
Trafic écoulé maximal moyen*	1380	1550

Tableau 1: trafic observé au carrefour RN2/D30 au Bourget voie de gauche

*trafic écoulé moyen du dernier décile

courbe bleu : valeur moyenne

hachuré noir : valeurs comprises entre + ou – l'écart type

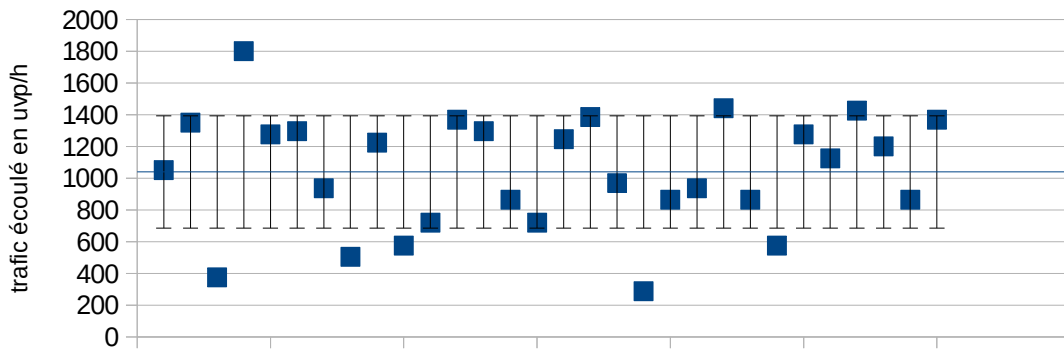


Illustration 2: dispersion du trafic écoulé voie de gauche N2/RD30

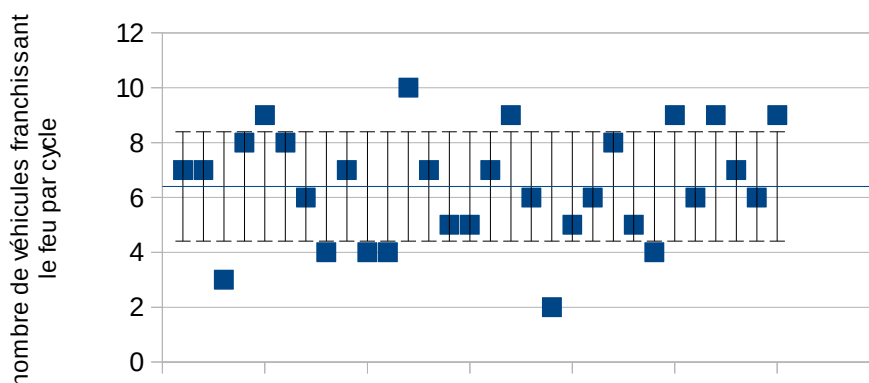


Illustration 3: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle

Capacité du carrefour

	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic écoulé (uvp/h)	1800	1500 1555 et Ic à 95 % [1799-1311]	1 000 1033 et Ic à 95 % [883-1083]
Trafic écoulé (uvpd/h)	1800	1700 coef giration à 1,1	1100 coef giration à 1,1
Capacité (uvpd/h) facteur 1,1	500	475	320
Écart avec la capacité théorique			40% (30% avec la capacité max in situ)

Tableau 2: trafic écoulé et capacité du carrefour RN2/RD30 au Bourget voie de gauche

Les valeurs du trafic écoulé sont présentées arrondies à la centaine d'unité au regard du seuil de confiance à 95 %.

- Prise en compte des coefficients de giration

Un coefficient de giration est appliqué à la demande de trafic lors de la phase de conception pour dimensionner les phases comportant des mouvements tournants. Il varie de 1,1 à 1,2 en cas de giration très difficile¹. En effet, les véhicules qui changent de direction mettent plus de temps pour franchir la ligne de feux.

¹ Guide de conception des carrefours à feux-CERTU

Exemple chiffré

Nombre de véhicules à écouler : 432

Nombre de véhicules équivalent en tenant compte du coefficient du mouvement tournant est $432 * 1,1 = 475$ véhicules

Le trafic écoulé moyen par heure est alors de 1710 unité de véhicules **direct** (uvpd/h) dans ce carrefour avec $T_v = 25$ s et $C_y = 90$ s

Voie de gauche carrefour N2/Edouard Vaillant

Analyse du fonctionnement du carrefour pour ce mouvement

Comme précédemment, une part importante des cycles (19/28) comporte des usagers qui font demi-tour. Le guide de conception des carrefours à feux indique des coefficients pour les mouvements tournants qui varient en fonction du rayon de giration. Il est donc difficile de choisir un coefficient car il y a deux mouvements tournants différents.

Un seul cycle présente une perturbation (passage d'une ambulance).

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	25s	
Durée de cycle	90s	
% de cycles perturbés	4%	
	En veh/h	En uvp/h
Trafic écoulé moyen	750	790
Trafic écoulé moyen cycle non perturbé	770	810
Trafic écoulé maximal moyen*	1310	1430

Tableau 3: trafic observé au carrefour RN2/Edouard Vaillant au Bourget voie de gauche

*trafic écoulé moyen du dernier décile

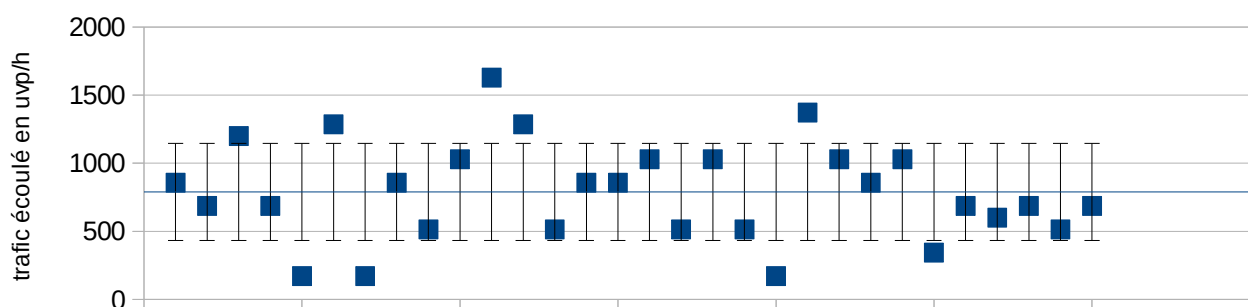


Illustration 4: dispersion du trafic écoulé voie de gauche N2/E.Vaillant

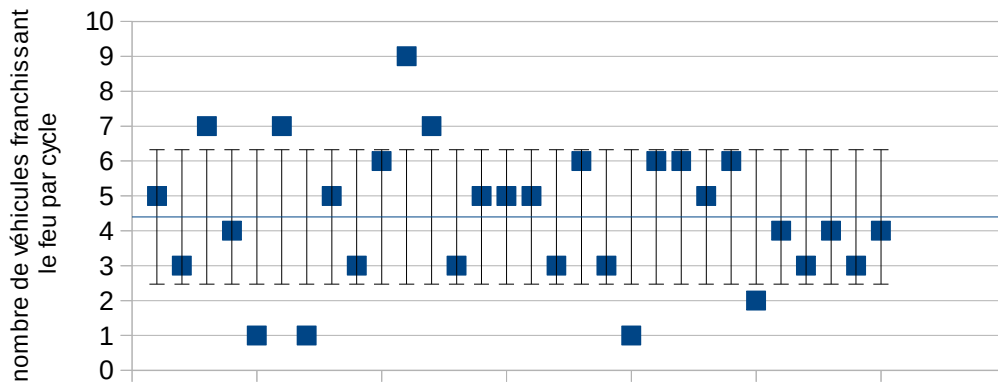


Illustration 5: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic moyen écoulé (uvp/h)	1800	1400 1429 Ic à 95 % [1222-1634]	800 810 Ic à 95 % [680-940]
Trafic écoulé (uvpd/h)	1800	1600 1570 coef giration à 1,1	900 891 coef giration à 1,1
Capacité (uvpd/h)	420	370	210
Écart avec la capacité théorique			50% (40% avec la capacité max in situ)

Tableau 4: trafic écoulé et capacité du carrefour RN2/Edouard Vaillant au Bourget voie de gauche

3.2.2 Débit d'un mouvement tout droit

Voie du milieu carrefour N2/RD30

Analyse du fonctionnement du carrefour pour ce mouvement

Une part importante des cycles (17/30) comporte des usagers qui font demi-tour.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	54s	
Durée de cycle	90s	
% de cycles perturbés	0	
	En veh/h	En uvp/h
Trafic moyen écoulé	1140	1160
Trafic moyen écoulé cycle non perturbé	1140	1160
trafic maximal moyen écoulé*	1670	1590

Tableau 5: trafic observé au carrefour RN2/D30 au Bourget voie du milieu

*trafic écoulé moyen du dernier décile (la différence avec la valeur uvp/h s'explique par les 2RM)

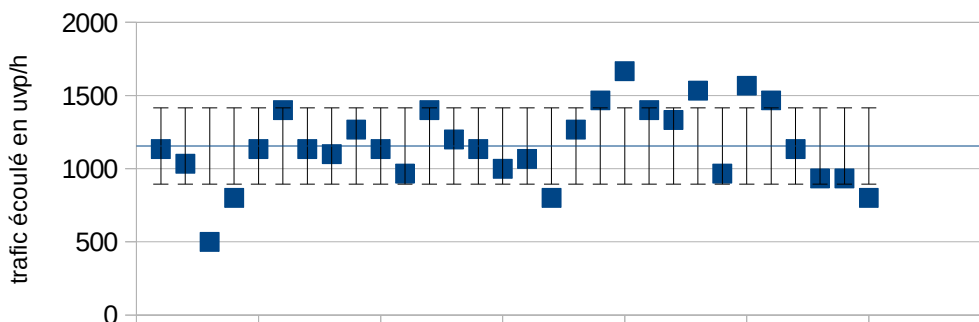


Illustration 6: dispersion du trafic écoulé N2/RD30 voie du milieu

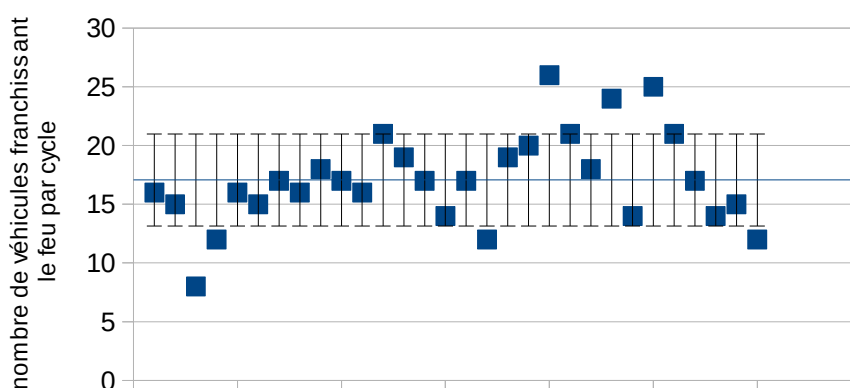


Illustration 7: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle voie du milieu N2/RD30

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic moyen écoulé (uvp/h)	1800	1600 1589 Ic à 95 % [1508-1676]	1200 1156 Ic à 95 % [1060-1253]
Capacité (uvp/h)	1080	953	694
Écart avec la capacité théorique			36 % (30% avec la capacité max in situ)

Tableau 6: trafic écoulé et capacité du carrefour RN2/D30 au Bourget voie du milieu

Voie du milieu carrefour N2/Edouard Vaillant

Analyse du fonctionnement du carrefour pour ce mouvement

pas de perturbation notable.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	58s	
Durée de cycle	90s	
% de cycles perturbés	0	
	En veh/h	En uvp/h
Trafic moyen écoulé	890	940
Trafic moyen écoulé cycle non perturbé	890	940
trafic maximal écoulé moyen*	1240	1440

Tableau 7: trafic observé au carrefour RN2/Edouard Vaillant au Bourget voie du milieu

*trafic écoulé moyen du dernier décile

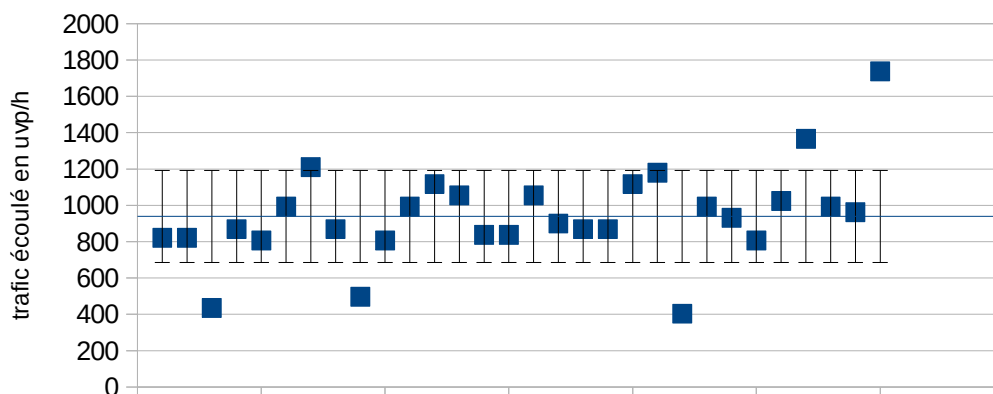


Illustration 8: dispersion du trafic écoulé N2/E. Vaillant voie du milieu

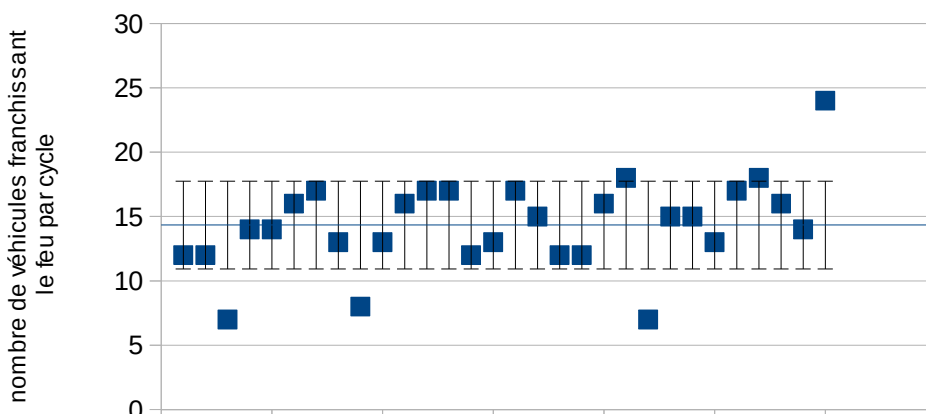


Illustration 9: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle voie du milieu N2/Edouard Vaillant

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic moyen écoulé(uvp/h)	1800	1400 1437 IC à 95 % [1750-1125]	900 940 IC à 95 % [847-1032]
Capacité (uvp/h)	1160	926	800
Écart avec la capacité théorique			30% (14 % avec la capacité max in situ)

Tableau 8: trafic écoulé et capacité du carrefour RN2/E Vaillant au Bourget voie du milieu

3.2.3 Mouvement tout droit couplé avec un tourne-à-droite

Voie de droite carrefour N2/RD30

Analyse du fonctionnement du carrefour pour ce mouvement

Au cours de 11 cycles sur 30, un bus a déposé des passagers à l'arrêt.

Deux cycles ont été perturbés par des blocages dans le carrefour.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	54s		
Durée de cycle	90s		
% de cycles perturbés	7%		
	En veh/h	En uvp/h	En uvpd/h**
trafic moyen écoulé	740	820	850
Trafic moyen écoulé cycle non perturbé	770	860	890
trafic maximal moyen écoulé*	1020	1180	1230

Tableau 9: trafic observé au carrefour RN2/D30 au Bourget voie de droite

*trafic moyen écoulé du dernier décile

** en tenant compte des véhicules qui tournent à droite affectés d'un coefficient de mouvement tournant à 1,1

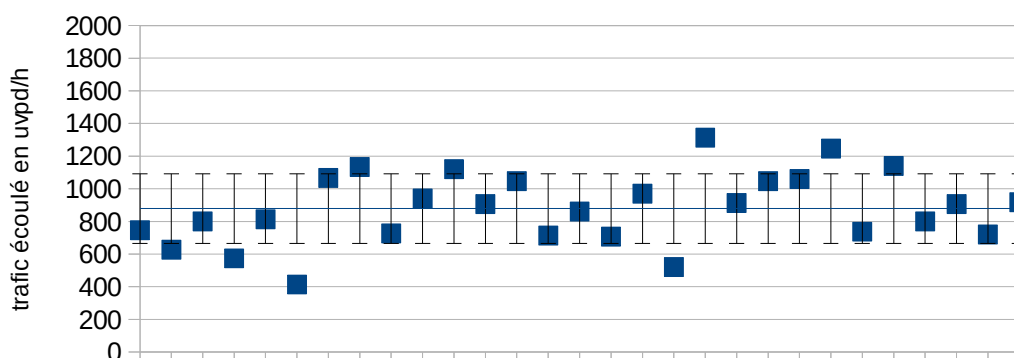


Illustration 10: dispersion du trafic écoulé N2/RD30 voie de droite

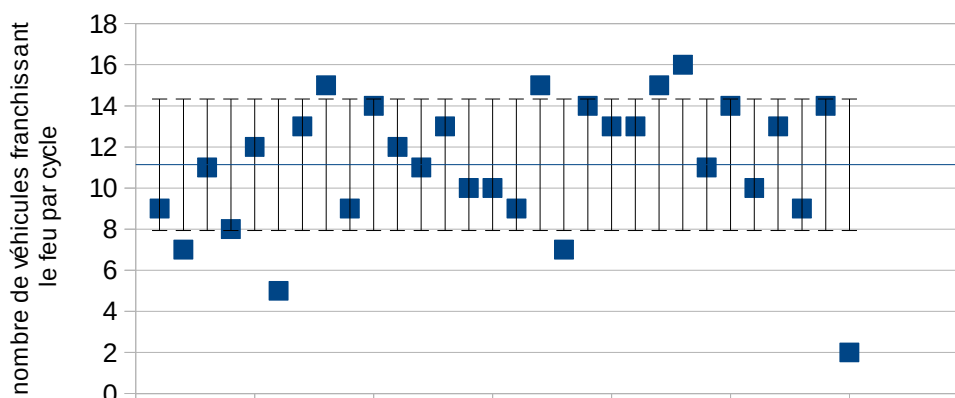


Illustration 11: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle voie de droite N2/RD 30

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic moyen écoulé (uvpd/h)	1800	1200 1233 Ic à 95 % [1132-1334]	900 890 Ic à 95 % [810-970]
Capacité (uvpd/h)	1080	740	534
Écart avec la capacité théorique			50% (28 % avec la capacité max in situ)

Tableau 10: trafic écoulé et capacité du carrefour RN2/D30 au Bourget voie de droite

Voie de droite carrefour N2/Edouard Vaillant

Analyse du fonctionnement du carrefour pour ce mouvement

Des bus s'arrêtent en amont pour déposer des passagers entraînant un blocage de la file de droite(8 cycles/30).

Des cycles sont perturbés par le stationnement en aval ou en amont du carrefour (6/30).

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	58s		
Durée de cycle	90s		
% de cycles perturbés	20%		
	En veh/h	En uvp/h	En uvpd/h**
trafic moyen écoulé	570	700	710
trafic moyen écoulé cycle non perturbé	640	770	790
trafic maximal moyen écoulé*	910	1060	1070

Tableau 11: trafic observé au carrefour RN2/Edouard Vaillant au Bourget voie de droite

*trafic écoulé moyen du dernier décile

** en tenant compte des véhicules qui tournent à droite affectés d'un coefficient de mouvement tournant à 1,1

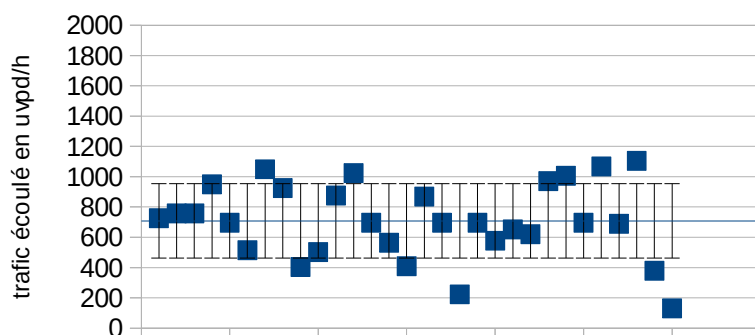


Illustration 12: dispersion du trafic écoulé N2/E. Vaillant voie de droite

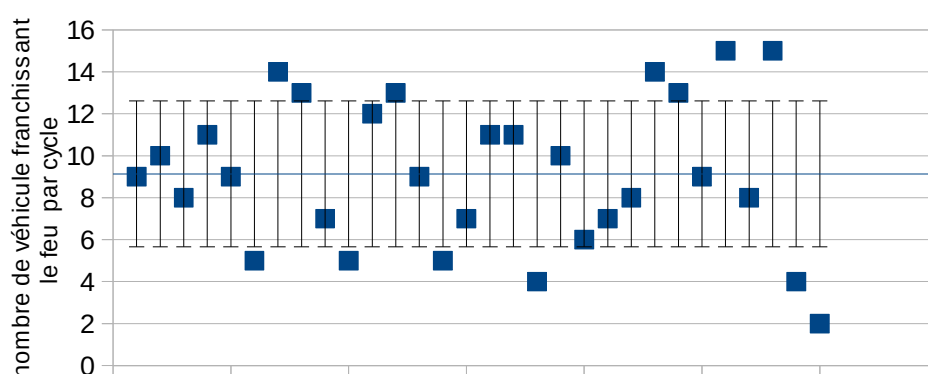


Illustration 13: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle voie de droite N2/Edouard Vaillant

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic moyen écoulé (uvpd/h)	1800	1100 1073 Ic à 95 % [1041-1107]	800 785 Ic à 95 % [710-860]
Capacité (uvpd/h)	1160	691	505
Écart avec la capacité théorique			56% (30 % avec la capacité max in situ)

Tableau 12: trafic écoulé et capacité du carrefour RN2/Edouard Vaillant au Bourget voie de droite

3.3 Conclusion

Tableau récapitulatif

Type de mouvement	Voie de gauche dédiée tourne à gauche		Voie du milieu tout droit		Voie de droite tout droit et tourne à droite	
	D30	E.Vaillant	D30	E.Vaillant	D30	E.Vaillant
trafic max écoulé (uvpd/h)	1700	1600	1600	1400	1200	1100
Débit moyen hors perturbation (uvpd/h)	1100	900	1200	900	900	800
Écart capacité théorique / capacité maximale (%)	5	10	10	20	30	40
Fonctionnement qualitatif : éléments perturbateurs	-traversée de piéton -demi-tour	-demi-tour	-demi-tour		- bus dépose passager amont	-blocage aval arrêt de bus -stationnement de véhicules

Tableau 13: synthèse des résultats des carrefours d'île de France

Conclusion

Le débit maximal atteint dans ces carrefours est en dessous de la valeur habituelle utilisée dans la littérature et entraîne une diminution de la capacité. La réserve de capacité de 10% jugée comme suffisante dans la littérature n'est donc pas toujours suffisante pour prendre en compte le fonctionnement réel de ces carrefours.

La capacité moyenne du carrefour est très inférieure à la capacité théorique à cause des nombreuses perturbations qui sont la plupart inhérentes au fonctionnement.

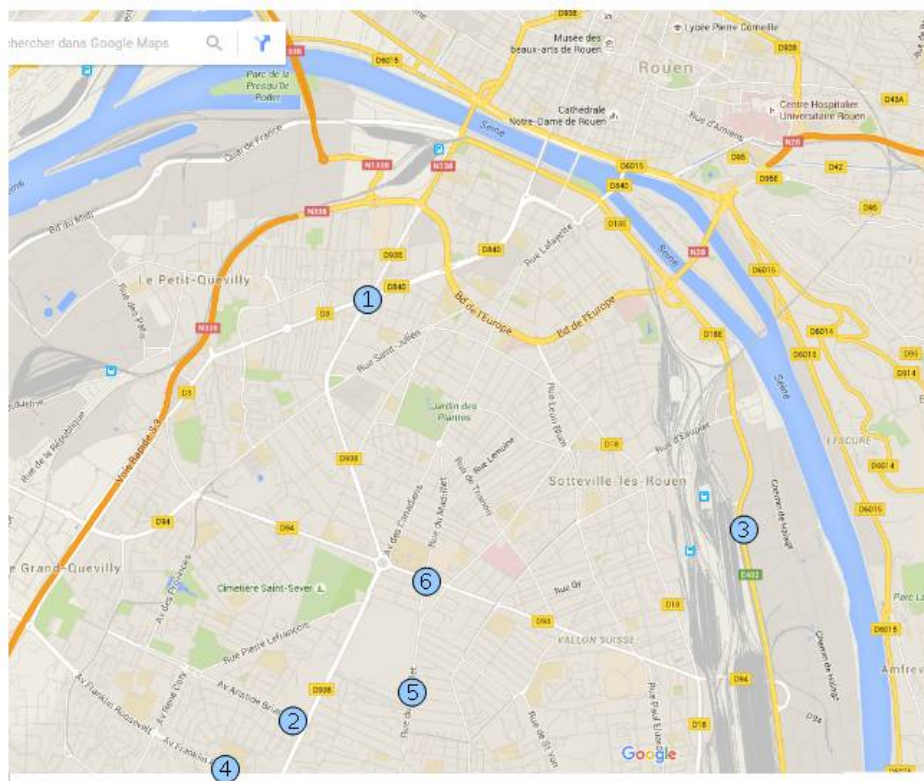
Le gestionnaire de feu doit s'attendre, en cas de fonctionnement « perturbé » à avoir une capacité fortement réduite. Si la demande en véhicules à l'heure de pointe est proche de la capacité maximale, des problèmes de congestion et de remontées de file peuvent se rencontrer. Il convient de traiter donc les éléments « perturbateurs » de l'écoulement en priorité ; l'augmentation de la durée de vert et les stratégies de régulation ont un impact plus limité.

4 Expérimentation en Normandie

4.1 Descriptif des carrefours

6 carrefours ont été observés (voir carte ci-dessous). Il s'est avéré que 2 carrefours seulement présentaient une demande de trafic suffisante pour déterminer le débit de saturation, le carrefour « avenue du 14 juillet » et le carrefour « boulevard Industriel ».

Pour les 4 autres carrefours, le trafic n'était pas suffisant malgré des comptages effectués à l'heure de pointe du matin ou du soir, sur des rues parfois structurantes. Les durées de vert sont importantes par rapport à la demande. Ils ne sont donc pas présentés dans ce rapport.



- 1 avenue de Caen à Rouen
- 2 avenue des Canadiens Le Grand Quevilly
- 3 boulevard Industriel Sotteville-lès-Rouen
- 4 avenue Franklin Roosevelt Le Grand Quevilly
- 5 rue du Madrillet Sotteville-lès-Rouen
- 6 avenue du 14 juillet Sotteville-lès-Rouen

Illustration 14: Plan de situation des carrefours étudiés

Carrefour : avenue du 14 juillet/ rue du Madrillet



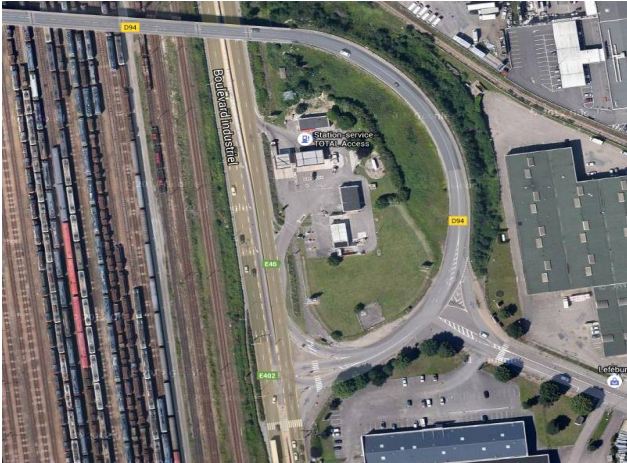
L'environnement est très urbain. L'avenue du 14 juillet est une avenue structurante permettant de se rendre à la commune de Sotteville-lès-Rouen depuis Le Petit-Quevilly. Le carrefour comporte deux voies.

Une voie est dédiée au mouvement tourne-à-droite avec un angle de giration de 90°. Le nombre de véhicules sur cette voie n'a pas été assez important pour calculer le débit de saturation.

Le débit de saturation a été calculé sur le mouvement tout droit voie de gauche.

Les comptages ont été effectués le jeudi 18 juin 2015 de 17H à 18H.

Carrefour : boulevard industriel



L'environnement est peu urbain. Le carrefour se situe sur une section à 2*2 voies, limitée à 70km/h. Le carrefour comporte deux voies : une pour le mouvement tout droit et une dédiée pour le tourne-à-gauche; cette dernière voie n'a pas été comptée. Les caractéristiques géométriques sont larges, le trafic poids lourds est important car le carrefour est situé dans une zone industrielle: 40% sur la voie de droite, 4 % sur la voie de gauche.

Les mesures ont été réalisées le jeudi 2 juillet 2015 entre 17H et 18H.

4.2 Résultats

Pour chaque carrefour, il sera étudié qualitativement et quantitativement l'écoulement du mouvement tout droit.

4.2.1 Débit d'un mouvement tout droit

Voie de gauche carrefour du 14 juillet/rue du Madrillet

La durée du vert est fixe, 36s. Cependant le trafic n'était pas continu pour tous les cycles durant la totalité du vert. La durée du vert pendant lequel est le trafic était continu a été mesurée pour certain cycle (23 cycles sur 49) afin de déterminer le débit de saturation.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	36 s	
Durée de cycle	106 s	
	En veh/h	En uvp/h
Trafic moyen écoulé	1180	1200
trafic maximal moyen écoulé *	1680	1650

Tableau 14: trafic observé au carrefour du 14 juillet à Sotteville -Lès-Rouen

*trafic moyen écoulé du dernier décile

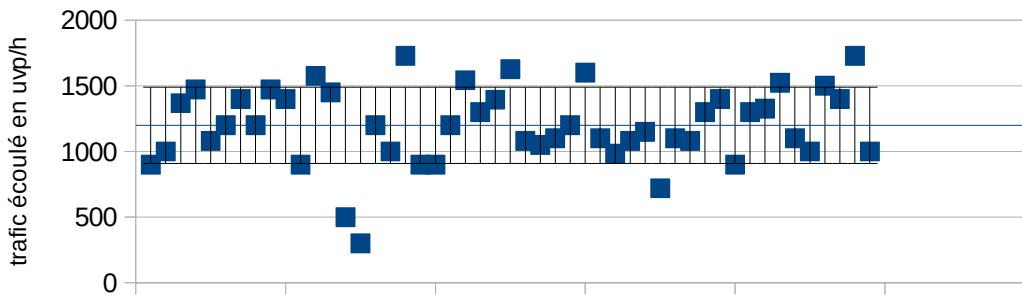


Illustration 15: dispersion du trafic écoulé 14 juillet voie de gauche

La demande de trafic n'est pas suffisante pour que des véhicules franchissent le feu durant toute la durée du vert.

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Trafic écoulé (uvp/h)	1800 (littérature)	1700 1650 et Ic à 95 % [1586-1715]	1200 1200 et Ic à 95 % [116-1284]
Capacité (uvp/h)	611	560	407
Écart avec la capacité théorique			34% (27% avec la capacité in situ)

Tableau 15: trafic écoulé et capacité du carrefour du 14 juillet à Sotteville -Lès-Rouen

Carrefour : boulevard Industriel : voie de droite et voie de gauche

La durée du cycle varie. Le temps de vert est compris entre 50s et 2 min 50. Une régulation doit se déclencher lorsqu'il y a des véhicules sur la voie dédiée au tourne-à-gauche ou sur la voie perpendiculaire.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	variable (50s à 2 m 50)			
Durée de cycle	variable			
	Voie de droite		Voie de gauche	
Trafic PL	30%		4%	
	En veh/h	En uvp/h	En veh/h	En uvp/h
Trafic moyen écoulé	880	1130 Ic à 95 % [1054-1208]	1050	1090 Ic à 95 % [981-1205]
Trafic maximal moyen écoulé*	1220	1510 Ic à 95% [1458-1559]	1630	1730 Ic à 95% [1638-1826]

Tableau 16: trafic observé au carrefour du boulevard Industriel à Sotteville -Lès-Rouen

Illustration 16: dispersion du trafic écoulé Bd Industriel voie de droite

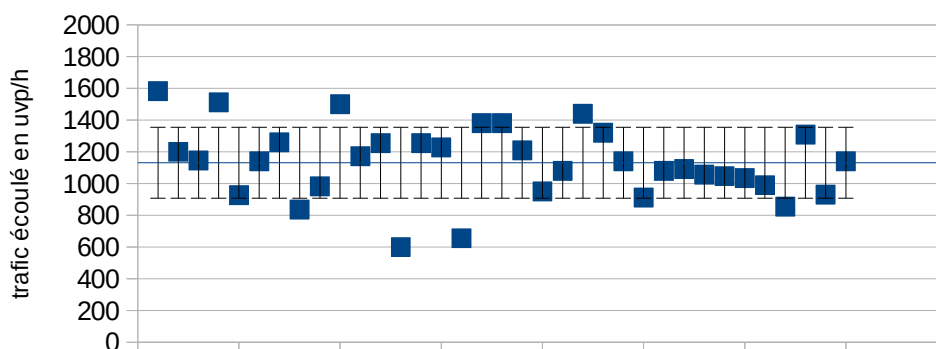
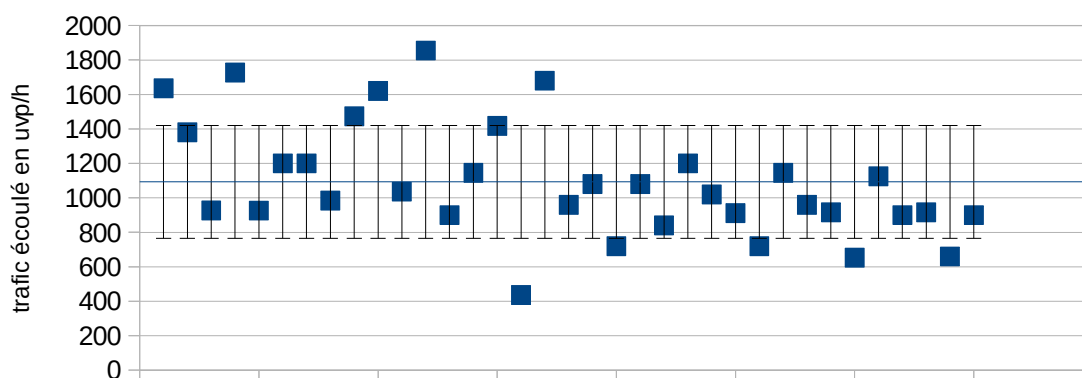


Illustration 17: dispersion du trafic écoulé Bd Industriel voie de gauche



La durée du cycle étant variable, le nombre de véhicules franchissant le feu par cycle aussi.

4.3 Conclusion

Tableau récapitulatif

Type de mouvement	Mouvement tout droit		
	Av du 14 juillet	Boulevard industriel	
		Voie de droite	Voie de gauche
Trafic max écoulé atteint (uvp/h)	1700	1500	1700
Trafic moyen écoulé (uvp/h)	1200	1100	1100
Écart capacité théorique / capacité maximale (%)	8%	Cycle variable	Cycle variable
observations	Temps de vert inutilisé	30% de PL	4% de PL

Tableau 17: synthèse des résultats des carrefours de Normandie

Conclusion

Les expérimentations sur Rouen montrent que les carrefours ne sont pas saturés, que les temps de vert pour les véhicules sont parfois inutilisés. Il est nécessaire de s'interroger sur la durée des verts pour les véhicules pour donner du temps aux autres usagers, les piétons par exemple. La conception ne doit pas se réduire à leur donner un temps par défaut.

Les débits maximums* se situent aux alentours de 1500-1700 uvp/h.

Le taux de poids lourds est très important : 30%, sur la voie de droite du carrefour Industriel. Il est nécessaire de prendre en compte le coefficient poids lourds dans ce cas pour modéliser l'écoulement. L'expérimentation indique qu'en affectant un taux de 2 pour tenir compte des poids lourds, le débit de saturation maximal se rapproche du débit de saturation de la voie de gauche. La valeur 2 semble donc être une valeur reflétant la réalité.

5 Expérimentations Rhône Alpes

5.1 Descriptif des carrefours

Carrefour avenue Jean Mermoz / Boulevard Pinel à Bron

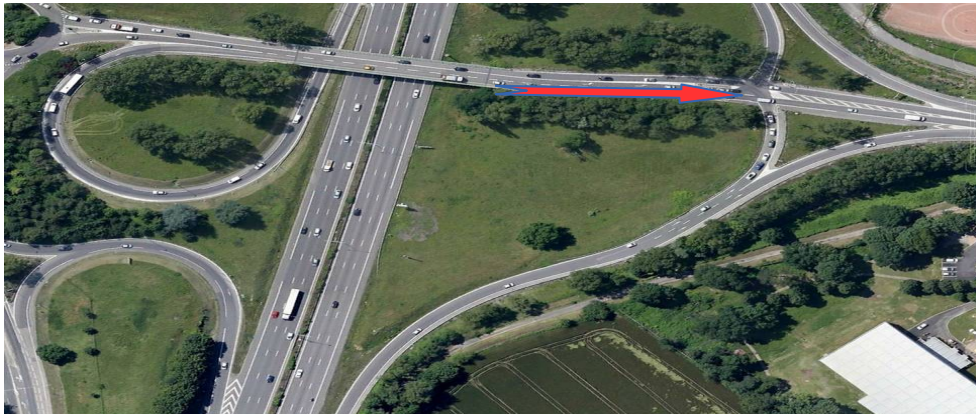


Il s'agit d'un carrefour à feux situé en milieu urbain. Il s'agit du prolongement de l'autoroute A43 en entrée sur Lyon. Les voies sont larges et la visibilité dégagée. La vitesse autorisée est de 50Km/h. La branche étudiée comporte 3 voies :

- une voie de tourne-à-droite en prolongement d'une voie bus (non étudiée)
- une voie de tout droit
- une voie de tout droit et tourne-à-gauche

Les comptages ont été effectués le mardi 13 octobre 2015 de 8h05 à 9h05.

Carrefour rue de l'aviation /sortie A43 à Bron



Il s'agit d'un carrefour à feux situé en milieu périurbain, proche d'un centre commercial et en sortie d'autoroute. Il y a une incohérence sur les limitations de vitesse. La vitesse autorisée est de 50 km/h depuis la sortie d'autoroute et de 70km/h depuis le giratoire. La branche étudiée comporte une voie de tout droit et une voie de tourne-à- gauche gérées par le même feu.

On note une gestion par boucle de détection sur les 2 voies. S'il n'y a pas de véhicules sur les 2 voies, le cycle prend fin.

Les comptages ont été effectués le mardi 13 octobre 2015 de 8h00 à 9h00.

Carrefour route nationale RD306/ Montée du château à Saint Bonnet de la Mûre



Il s'agit d'un carrefour à feux situé en milieu urbain. La branche étudiée comporte une seule voie de circulation en amont du feu mais il existe une petite voie de tourne-à-gauche au-delà de la traversée piétonne.

On note la modification du cycle de feu avec la durée du feu vert qui passe de 45s à 30s à 9h au moment où le nombre de véhicule baisse (passage de l'ensemble des véhicules de la file en moins de 45s).

Les comptages ont été effectués le jeudi 8 octobre 2015 de 8h15 à 9h15.

5.2 Résultats

Pour chaque carrefour, il sera étudié qualitativement et quantitativement l'écoulement du mouvement tout droit pour une ou plusieurs voies en fonction de la configuration du carrefour.

5.2.1 Débit d'un mouvement tout droit

Carrefour avenue Jean Mermoz / Boulevard Pinel à Bron

Le carrefour subit quelques perturbations dans l'écoulement du trafic en début de vert dû à l'évacuation de la fin du mouvement de tourne-à-gauche depuis Pinel vers A43 (12 cycles sur 47). Cette perturbation impacte la voie de gauche. D'autre part, le carrefour aval est parfois saturé (5 cycles sur 47), ce qui influe sur le débit.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	35s			
Durée de cycle	73 s			
% des cycles perturbés	35%			
	Voie centrale		Voie de gauche	
	En veh/h	En uvp/h	En veh/h	En uvp/h
Trafic moyen écoulé	1590	1640	1390	1400
trafic moyen écoulé corrigé de l'irrespect	1630	1670	1480	1490
Trafic maximal moyen écoulé *	1910	1920	1670	1710
Taux de PL	4%		1%	

Tableau 18: Tableau 18 : trafic observé au carrefour av Jean Mermoz / Bd Pinel à Bron

*trafic écoulé moyen du dernier décile

Ce carrefour présente un débit très important.

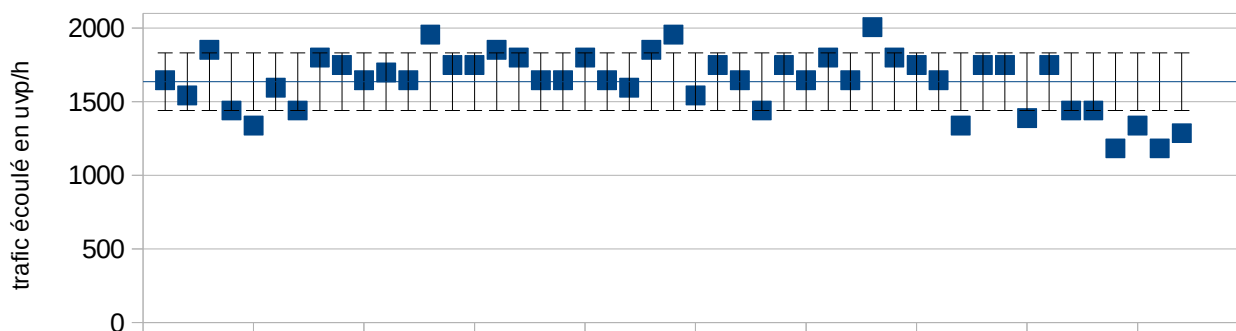


Illustration 18: dispersion du trafic écoulé Jean Mermoz voie centrale

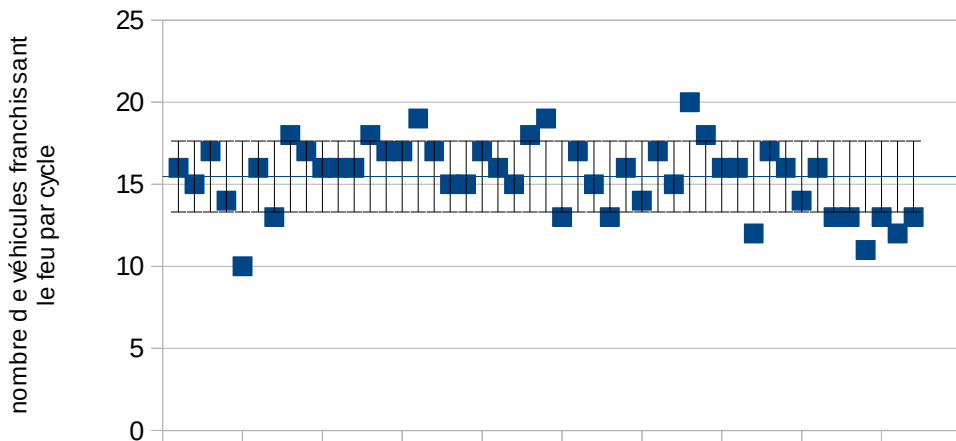


Illustration 19 dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle Jean Mermoz voie centrale

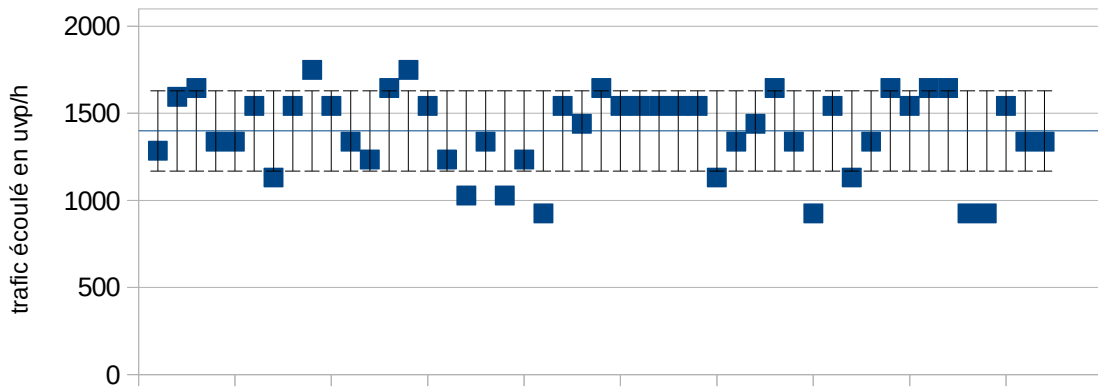


Illustration 20: dispersion du trafic écoulé Jean Mermoz voie de gauche

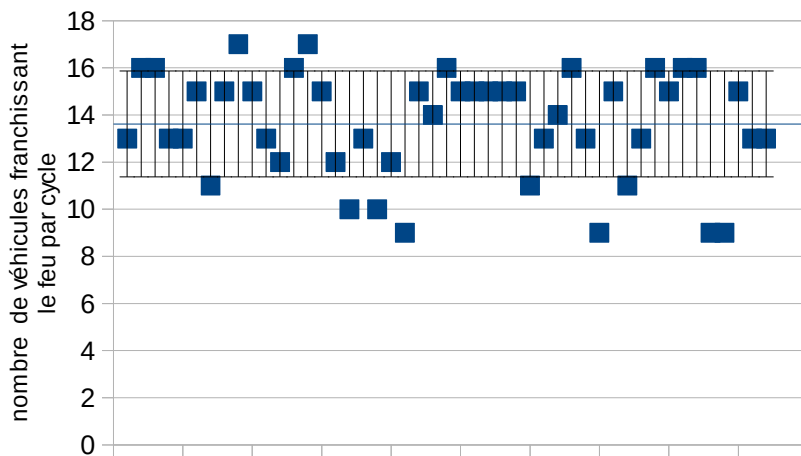


Illustration 21: dispersion du nombre de véhicules franchissant le feu par cycle Jean Mermoz voie de gauche

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit (uvp/h)	1800	1700 1710 et Ic à 95 % [1646-1783]	1500 1490 et Ic à 95 % [1429-1545]
Capacité (uvp/h)	863	820	714
Écart avec la capacité théorique			17% (13% avec la capacité in situ)

Tableau 19: trafic écoulé et capacité du carrefour avenue Jean Mermoz / Boulevard Pinel à Bron voie de gauche

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit (uvp/h)	1800	1900 1920 et Ic à 95 % [1861-1985]	1700 1670 et Ic à 95 % [1626-1721]
Capacité (uvp/h)	863	920	800
Écart avec la capacité théorique			7%

Tableau 20: trafic écoulé et capacité du carrefour avenue Jean Mermoz / Boulevard Pinel à Bron Voie centrale

Carrefour rue de l'aviation /sortie A43 à Bron

Des véhicules passent à l'orange et au rouge à ce carrefour. L'irrespect du feu rouge concerne 6 cycles sur 41 c'est à dire 15% des cycles. Le débit a été rectifié en ne tenant pas compte des véhicules qui passent au rouge. En revanche, les véhicules qui passent à l'orange ont été comptabilisés.

La durée du vert est fortement variable sur ce feu, de 31s à 65 s, car elle est assujettie à une boucle de détection de présence. La durée moyenne du feu est de 52s.

La totalité du temps de vert n'est pas toujours utilisée.

La présence simultanée d'un PL et d'un véhicule sur la voie adjacente freine l'écoulement en raison de la largeur des voies.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	Variable temps moyen : 52s	
Durée de cycle	variable	
% des cycles avec irrespect du feu rouge	15%	
	Voie centrale	
	En veh/h	En uvp/h
Trafic moyen écoulé	1530	1590
Trafic moyen écoulé corrigé de l'irrespect	1520	1580 et Ic à 95 % [1498-1658]
trafic maximal moyen écoulé*	2040	2030 et Ic à 95 % [1910-2141]
Taux de PL	3%	

Tableau 21: trafic observé au carrefour rue de l'aviation /sortie A43 à Bron

* trafic écoulé moyen du dernier décile

Ce carrefour présente un débit très important.

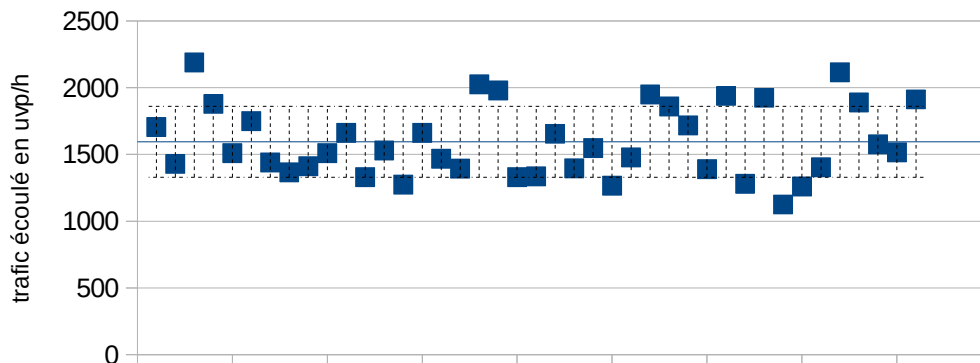


Illustration 22: dispersion du trafic écoulé aviation voie centrale

- La durée du cycle étant variable, le nombre de véhicules franchissant le feu par cycle aussi.

Carrefour route nationale RD306/ Montée du château à Saint Bonnet de la Mûre

Des véhicules passent à l'orange et au rouge à ce carrefour. L'irrespect du feu rouge concerne 4 cycles sur 41 c'est à dire 9% des cycles. Le débit de saturation a été rectifié en ne tenant pas compte des véhicules qui passent au rouge. En revanche, les véhicules qui passent à l'orange ont été comptabilisés.

Deux cycles ont été perturbés par un bus qui effectue son arrêt; un cycle a été perturbé par un PL manœuvrant.

Tableau de synthèse des résultats

Temps de vert	45s (31 cycles) puis 30s (12 cycles)	
Durée de cycle	90s	
% des cycles avec irrespect du feu rouge	9%	
% des cycles avec perturbation	7%	
	Voie centrale	
	En veh/h	En uvp/h
trafic moyen écoulé	1490	1580
trafic moyen écoulé cycle non perturbé et corrigé de l'irrespect	1510	1590
trafic maximal moyen écoulé*	1830	1840
Taux de PL	7%	

Tableau 22: trafic observé au carrefour route nationale RD306/ Montée du château à Saint Bonnet de la Mûre

* trafic écoulé moyen du dernier décile

Comparaison du débit avec une durée de vert à 45s et 30s

	En veh/h	En uvp/h
trafic moyen écoulé cycle non perturbé et corrigé de l'irrespect avec temps de vert à 45s	1510	1590 et Ic à 95 % [1540-1649]
trafic moyen écoulé cycle non perturbé et corrigé de l'irrespect avec temps de vert à 30s	1500	1570 et Ic à 95%[1478-1662]

Tableau 23: trafic en fonction de la durée du feu du carrefour route nationale RD306/ Montée du château à Saint Bonnet de la Mûre

Il n'y a pas de différence notable pour le débit moyen entre les cycles avec un temps de vert à 45s et temps de vert à 30s.

Capacité du carrefour

	Valeur théorique	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit (uvp/h)	1800	1800 1840 et Ic à 95 % [1794-1886]	1600 1590 et Ic à 95 % [1540-1634]
Capacité (uvp/h)	900 et 600	915 et 610	795 et 530
Écart avec la capacité théorique		+ 2%	12%

Tableau 24: Tableau 24 : trafic écoulé et capacité du carrefour route nationale RD306/ Montée du château à Saint Bonnet de la Mûre

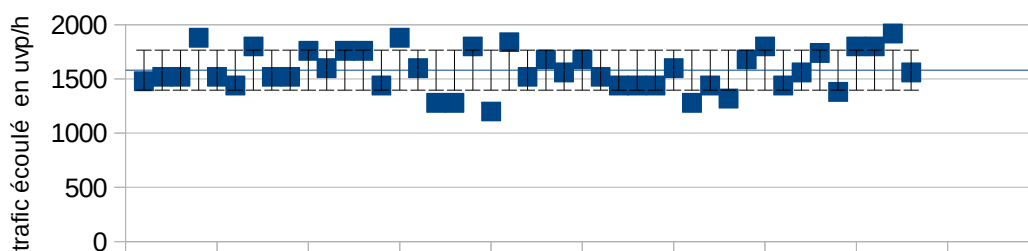


Illustration 23: dispersion du trafic écoulé Saint Bonnet de la Mure

5.3 Conclusion

Tableau récapitulatif

Type de mouvement	Mouvement tout droit			
Nom du carrefour	Aviation	RD306	Mermoz	
			Voie centrale	Voie de gauche
trafic max écoulé atteint (uvp/h)	2000	1800	1900	1700
Trafic moyen écoulé (uvp/h)	1600	1600	1600	1400
Caractéristiques du carrefour	Milieu périurbain, visibilité dégagée vitesse d'approche >à 50km/h	Milieu urbain	Milieu urbain, voies larges, 3 voies, visibilité dégagée	
observations	Irrespect du feu vert inutilisé	Irrespect du feu arrêt bus pas de variation du débit en fonction de la durée de vert	Évacuation tourne-à-gauche	

Tableau 25: Tableau 25 : synthèse des résultats des carrefours en Rhône-Alpes

Les carrefours étudiés ont des débits très élevés. Les valeurs des débits maximales dépassent la valeur théorique de 1800 veh/h. Ces carrefours sont situés dans un milieu périurbain ou en milieu urbain avec des configurations géométriques favorables à l'écoulement.

6 Synthèse

Cette synthèse prend en compte l'ensemble des expérimentations effectuées en 2015 et 2014 (Cf Impact du cycle de feux sur la capacité et l'acceptabilité de l'attente aux feux et la sécurité- Cerema 2014).

Définitions

débit de saturation :

débit maximal de véhicules admis par voie de circulation (Q_s en veh/h). Il caractérise l'écoulement des véhicules. La valeur théorique usuelle est de 1800 veh/h soit 1 véhicule toutes les 2s.

Capacité de la ligne de feu :

$C_a : Q_s * V / T_y$ où V est le temps de vert et T_y la durée du cycle.

C'est le nombre de véhicules par voie qui peut s'écouler en 1 heure par ligne de feu pour un phasage donné.

Coefficient de véhicules

coefficient qui sert à prendre en compte les caractéristiques dynamiques de l'écoulement des différents types de véhicules : $1PL = 2VL$, $1VL = 2$ deux-roues.

Quand le trafic est calculé en pondérant par ces coefficients le nombre de véhicules, le trafic est en unité de véhicule particulier : uvp. (1 deux roues=0,5 uvp, 1PL=2 uvp)

Coefficient des mouvements tournants

coefficient qui sert à prendre en compte les contraintes de giration dans l'écoulement de 1,1 pour un mouvement peu contraignant à 1,3 ou plus pour des girations difficiles.

Quand le trafic du mouvement est pondéré par ce coefficient, le trafic est en uvpd.

Démarche expérimentale:

Afin de déterminer le débit de saturation in situ, des comptages manuels ont été effectués à l'heure de pointe sur 10 carrefours répartis en Île-de-France, Normandie, Rhône-Alpes et Provence Alpes Côte d'Azur. Les paramètres pris en compte pour caractériser le type de carrefour sont :

l'environnement plus ou moins urbain : ce critère est estimé par rapport à la densité du bâti et la place du carrefour dans le tissu urbain (quartier résidentiel, centre-ville, entrée de ville,...) et non en terme strict de périmètre de l'agglomération.

les paramètres géométriques : largeur des voies, nombre de voies, rampe, visibilité dégagée sur les mouvements antagonistes, rayon de giration,...

La vitesse d'approche

Ces différents paramètres sont souvent liés. Un carrefour en périurbain pourra présenter simultanément des voies larges, une visibilité dégagée et une vitesse d'approche élevée. Un carrefour en zone urbaine dense présentera souvent des voies moins larges, une visibilité contrainte par le bâti et une vitesse d'approche plus faible.

L'écoulement des véhicules au carrefour: une modélisation perturbée par les aléas de la circulation réelle

Le premier enseignement à tirer des expérimentations est que le débit d'écoulement est perturbé pour de nombreux cycles. Des événements se produisent dans le carrefour tels que : des blocages avals, des démarrages tardifs, des stationnements sur les voies de circulation, des arrêts de transports en commun, les blocages en tourne-à-gauche, le passage de véhicules d'urgence, ...

Le nombre de cycles perturbés sur les carrefours étudiés s'échelonne de quelques % à plus de 30% entraînant des pertes de capacité.

	Environnement du carrefour	Principaux types de dysfonctionnement	% de cycles perturbés à l'heure de pointe	Perte de capacité en % au niveau de l'écoulement ²
A	Environnement très urbain	Piéton traversant	23%	1%
B	Environnement urbain	Véhicules de secours	4%	négligeable
C	Environnement urbain	Blocage aval	7%	4% (23 véhicules/heure)
D	Environnement urbain	Stationnement blocage aval arrêt bus	20%	10% (50 véhicules/heure)
E	Environnement urbain	Évacuation des tourne-à-gauche	35%	6% (43 véhicules/heure)
F	Environnement urbain	Carrefour aval saturé	7%	1%

Tableau 26: perturbations pour quelques carrefours étudiés et impact sur la capacité

Il apparaît essentiel de minimiser au préalable certains de ces dysfonctionnements avant de s'interroger sur le phasage du feu. La réduction des perturbations passe souvent par des aménagements : voie de stockage en tourne-à-gauche, conception des arrêts TC minimisant la gêne à titre d'exemple. La maîtrise des arrêts et des stationnements illicites et une régulation efficace lorsqu'il y a une succession de feux sont des actions à mener.

Des durées de vert pour les véhicules trop longues

Le deuxième enseignement à tirer est que, pour de nombreux carrefours étudiés, la durée de la phase de vert était largement excédentaire à la demande de véhicules même à l'heure de pointe. Le sur dimensionnement de certaines phases de vert se fait souvent au détriment des autres modes, en particulier des piétons.

Le phasage doit être réfléchi pour l'ensemble des modes et l'optimisation du carrefour passe par une bonne adéquation du temps de vert à la demande des différents flux routiers comme piétons.

² rapport entre la capacité moyenne hors cycles perturbés et la capacité mesurée à l'heure de pointe

Phases de vert longues et courtes : impact sur l'écoulement et la valeur du débit de saturation

L'écoulement des véhicules au début de la phase de vert est lié à la dynamique de démarrage. Ce phénomène, bien connu dans la littérature, a été confirmé expérimentalement. Le nombre de véhicules s'écoulant dans les 10 premières secondes est de l'ordre de 3 à 5 et le débit des véhicules se stabilise après les 10 premières secondes. Les phases de vertes très courtes (de l'ordre de 10 s) sont donc pénalisantes pour le débit d'écoulement.

Il n'a pas été mis en évidence d'évolution du débit de saturation lors des phases de vert longues, supérieures à 30s. La distance inter-véhiculaire augmente à la fin des phases de vert longues car la demande de trafic est souvent inférieure au débit d'écoulement.

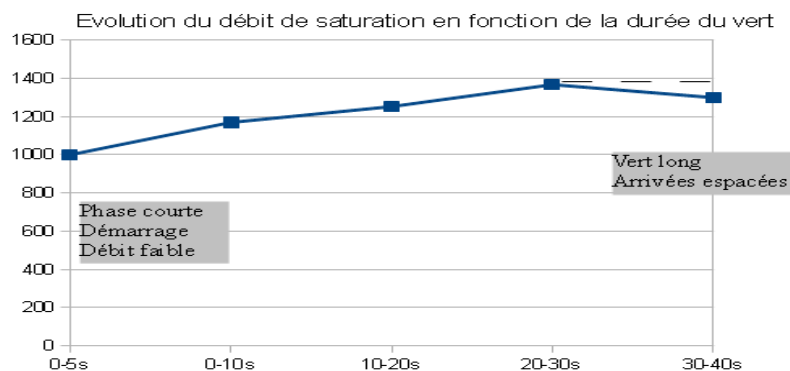


Illustration 24: évolution du débit écoulé en veh/h au cours de la phase de vert

Le débit de saturation : une variable à ajuster

Le débit de saturation et la capacité moyenne au carrefour

Le débit d'écoulement des véhicules varie fortement d'un cycle à l'autre (le traitement statistique réalisé dans l'étude indique que le débit écoulé à l'heure peut-être approximé à 100 véhicule/heure). Le gestionnaire devra s'attendre à une capacité moindre in situ liée au caractère aléatoire de l'écoulement.

En phase conception, le calcul de capacité est réalisé sur une valeur théorique du débit de saturation élevée

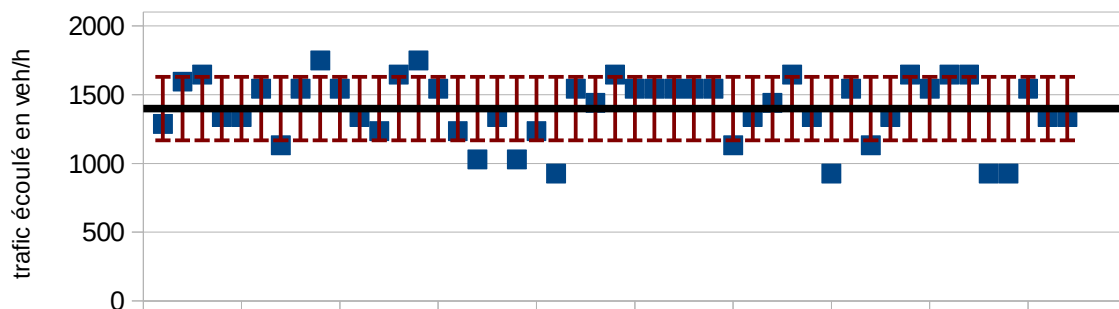


Illustration 25: exemple de dispersion des valeurs du débit d'écoulement pendant l'heure de pointe (en noir : valeur moyenne, en rouge : les valeurs comprises entre +/- l'écart type)

Le débit de saturation à adapter au type de carrefour

résultats expérimentaux

Typologie du carrefour	Trafic moyen écoulé (uvph) hors cycles perturbés	trafic maximal écoulé atteint (uvp/h) moyenne des valeurs du dernier décile	Durée du vert (s)
Environnement peu urbain (PACA) voie large, 2 voies, bonne visibilité vitesse 50km/h	1800	2100	33
	1800	2000	
Environnement péri urbain (Rhône Alpes) voie large, 2 voies, bonne visibilité vitesse entre 50km/h et 70Km/h	1600	2000	52
Environnement urbain (Rhône alpes) voie large, 1 voie, bonne visibilité vitesse 50km/h	1600	1800	37
Environnement urbain (Rhône Alpes) voie large, 3 voies, bonne visibilité vitesse 50km/h	1600	1900	35
	1400	1700	
Environnement urbain (Normandie) voie large, 2 voies, bonne visibilité vitesse 50km/h	1200	1700	36
Environnement peu urbain (Normandie) voie large, 1 voie, bonne visibilité vitesse 50km/h, nombre de PL important	1100	1500	variable
	1100	1700	
Environnement urbain (PACA) 1 voie, bonne visibilité vitesse 50km/h	1300	1400	30
Environnement urbain (Île de France) 2 voies, bonne visibilité vitesse 50km/h, perturbation	900	1200	54
	1200	1600	
Environnement urbain (PACA) 1 voie, bonne visibilité vitesse <50km/h, rampe	1300	1500	30
	1200	1400	
Environnement urbain (Île de France) 2 voies, bonne visibilité vitesse 50km/h, perturbations	800	1100	58
	900	1400	

Tableau 27: valeur du trafic écoulé par heure pour différents types de carrefour

Proposition

Le tableau ci-dessous propose, à partir des résultats expérimentaux et du retour d'expérience de la pratique des exploitants, des fourchettes pour adapter la valeur du débit de saturation au type de carrefour lors de la phase conception et une valeur moyenne du débit envisageable. La valeur théorique usuelle du débit de saturation est 1800 veh/h.

Typologie du carrefour	Débit moyen (veh/h)	Débit maximal atteignable (veh/h)	Valeur utilisée par les gestionnaires
<u>Environnement peu urbain</u> voies larges et bonne visibilité vitesse d'approche 50km/h ou +	1800 à 1600	2000 à 1800	1800 à 2200 voies rapides urbaines
<u>Environnement urbain</u> voie large et bonne visibilité vitesse d'approche 50km/h	1400 à 1200	1600 à 1400	1600 à 1500
<u>Environnement très urbain</u> vitesse d'approche < 50 km/h milieu perturbé	1200 à 800	1600 à 1200	De 1200 à 900 (dans certaines agglomérations où l'écoulement est fortement perturbé)

Tableau 28: débit de saturation en fonction du type de carrefour

Les coefficients véhicules et les coefficients tournants

Le coefficient poids lourds

L'application du coefficient 1PL = 2VL semble être une bonne approximation pour tenir compte de la cinématique de ces véhicules particuliers. Lorsque qu'il existe des conditions particulières : démarrage sur une rampe, voie étroite, il peut être opportun dans des carrefours supportant des trafics poids lourds importants de vérifier in situ ce coefficient.

Les coefficients des mouvements tournants

Les coefficients déterminés à partir des mesures expérimentales sur 4 mouvements tournants avec des angles droits s'échelonnent de 1,1 à 1,3. En cas de giration difficile, il peut être opportun de vérifier ces valeurs in situ.

Conclusion

Bien que les méthodes de conception des carrefours reposent sur des méthodes assez simples, elles permettent de dimensionner le phasage du carrefour si la valeur du débit de saturation est choisie de façon réaliste par rapport au contexte du carrefour (voir tableau 3). Il peut s'avérer opportun dans des cas particuliers, de vérifier par des comptages in situ la valeur des paramètres, lorsque la géométrie est contraignante par exemple.

Il ne doit pas être négligé le fait que le caractère aléatoire de la circulation et les dysfonctionnements du carrefour diminuent la capacité réelle. Les dysfonctionnements doivent être traités au mieux notamment par des aménagements.

Les capacités accordées au flux routier par des phases de vert importantes ne se justifient pas toujours dans les carrefours étudiés, beaucoup de temps de vert sont inutilisés. Par ailleurs, les phases très courtes pour les véhicules, inférieures à 10s, sont très pénalisantes en terme de débit.

La préoccupation des gestionnaires de feux en France n'est plus souvent la recherche d'un optimum capacitaire. La sécurité des piétons et des vélos et la réduction des temps d'attente pour l'ensemble des usagers sont les deux objectifs prioritaires des exploitants³. Le phasage du carrefour doit prendre en compte l'ensemble des flux des usagers, véhicules, piétons, transports en communs.

³ Questionnaire des exploitants de carrefours à feux : rapport de synthèse CEREMA DTermé 2015

Bibliographie

- Guide de conception des carrefours à feux, CERTU 2010
- Impact du cycle de feux sur la capacité , l'acceptabilité de l'attente aux feux et la sécurité, CEREMA DTer Med 2014
- Questionnaire des exploitants de carrefours à feux : rapport de synthèse CEREMA Med 2015
- <http://www.iutcs.fr/spip.php?rubrique298>

Annexe 1 : Méthodologie

Méthodologie

I] Choix des carrefours

Une visite préalable sur le terrain est indispensable, idéalement pendant les heures chargées, pour savoir si les conditions ci-dessous sont remplies pour la branche étudiée. En effet, le débit se mesure sur une branche, il n'est pas nécessaire de mesurer toutes les branches du carrefour.

I.1 la réalisation des comptages

- possibilité de faire le comptage en sécurité
- une bonne visibilité sur le feu et le flux de véhicules
- être un peu en retrait pour que le comportement des conducteurs ne soit pas modifié par la présence de l'enquêteur

I.2 fonctionnement simple et non perturbé

Les carrefours devront avoir

- un fonctionnement simple, non acyclique
- fonctionnement non perturbé en aval pour que l'écoulement ne soit pas conditionné par l'évacuation des véhicules
- fonctionnement amont non perturbé par les stationnements, commerce, sortie de riverains

I.2 Typologie des carrefours

Pour le débit de saturation

Le but étant de mesurer le nombre de véhicules qui franchissent le feu pendant la durée de vert, il doit répondre aux caractéristiques suivantes

- chargé avec trafic dense, flux continu de voiture pendant toute la durée du vert
- temps de vert d'au moins 35s (en effet, les 10 premières secondes le débit de saturation est plus faible à cause de la cinématique du démarrage)
- mouvement tout droit idéalement sans tourne-à-droite

Le but est de prendre 3 grandes catégories de carrefours

- un carrefour avec un débit élevé
- un carrefour avec un débit moyen
- un carrefour avec un débit faible

Facteurs influents sur le débit

Vitesse d'approche
<u>Géométrie</u> largeur de la voie nombre de file qualité du revêtement visibilité

<p>penne</p> <p><u>Environnement</u></p> <p>entrée de ville</p> <p>zone urbaine peu dense</p> <p>zone urbaine</p> <p>zone urbaine dense, cœur de village</p> <p><u>Autres</u></p>

Pour les coefficients véhicules

Le coefficient véhicule ne peut être calculé que si le nombre de véhicules de la catégorie est important. La priorité est de trouver au moins un carrefour dont le taux de poids lourds est de l'ordre de 10%. La détermination du coefficient se fait par calcul à partir du nombre de PL et VL et ne nécessite pas un comptage supplémentaire.

Pour les mouvements tournants

- choisir de la même manière des carrefours au fonctionnement simple et non perturbé.
- choisir un mouvement tournant à droite ou à gauche sur une file dédiée ayant une phase de vert spécifique, la durée du vert peut être inférieure à 35s.
- choisir 2 types de carrefour
 - avec une giration de 90°
 - avec une giration difficile angle très aigu.

II] Mesures à effectuer

descriptif du carrefour

- plan de situation
- nombre de phases et fonctionnement
- relevé des différentes caractéristiques influant le débit
- mouvement étudié
- comportement des automobilistes
- autres renseignements utiles

périodes de mesures

1H pendant l'heure de pointe du matin ou du soir pour avoir un carrefour chargé

données à recueillir pour chaque cycle et pour chaque file (voir fiche de comptages)

qualitatifs : tout événement modifiant l'écoulement des véhicules pendant le temps de vert. Sans ces éléments, les comptages ne sont pas exploitables.

- arrivée irrégulière et peu importante de véhicules
- saturation du carrefour en aval
- stockage tourne à gauche
- piétons traversant

- comportement particulier d'un ou de véhicules
- autres,..

quantitatifs

Remarque, il peut être intéressant de faire les comptages en cumulés.

- durée du vert du cycle ou durée du vert utile (si l'arrivée des véhicules s'arrête) en seconde
- nombre de VL
- nombre de PL (supérieur à 3,5T ou ayant un double essieu arrière) y compris bus et car
- nombre de 2 roues motorisés et vélo

fiche de comptages

N° du cycle	Durée du vert en s	Nombre de VL cumulé	Nombre de PL cumulé	Nombre de 2 roues cumulé	Observation : saturation, piéton, arrivée faible, blocage T à G, ...

