

Les carrefours à feux

Cette fiche est destinée à donner une information rapide.

La contrepartie est le risque d'approximation et la non exhaustivité.

Pour plus de précisions, il convient de consulter les ouvrages cités en référence.

L'objectif de cette fiche est de faire connaître les principes généraux de conception d'un carrefour sur lequel est installée une signalisation lumineuse tricolore.

Après avoir donné quelques définitions et généralités sur les carrefours à feux, leurs domaines d'emploi, les critères de choix pour ce type de carrefour et les données initiales nécessaires, la présente fiche indique quelques principes élémentaires de conception, de maintenance et de suivi.

Définition et généralités

L'équipement d'un carrefour avec une signalisation lumineuse tricolore a pour objectif de supprimer certains conflits, en séparant dans le temps l'admission de flux d'usagers incompatibles (VL/VL, VL/piétons...).

Cette gestion des conflits dans le temps impose le respect d'un certain nombre de règles de conception et de dimensionnement. Même avec la signalisation lumineuse la plus sophistiquée, un carrefour à feux ne peut avoir un bon fonctionnement sans un **aménagement géométrique adapté**. A ce titre, conception et fonctionnement doivent être étudiés ensemble.

Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi des feux est essentiellement le milieu urbain, notamment celui à densité élevée. Il est à éviter dans les zones 30 où les trafics et les vitesses se satisfont généralement d'une gestion par priorité à droite ou mini giratoire.

D'une manière générale, l'emploi de feux de circulation peut se justifier dans les cas suivants :

- **Séparation dans le temps des principaux courants d'usagers en conflit dans un carrefour**

Les signaux lumineux ne sont utiles que si les créneaux dans les flux ne sont plus suffi-

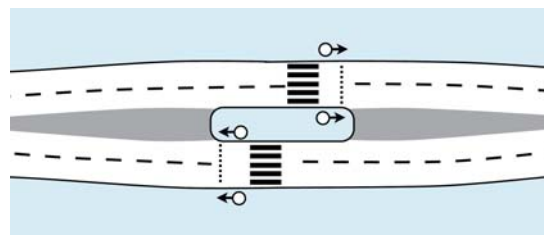
sants pour permettre aux différents usagers de traverser confortablement l'intersection sans prendre de risques.

La mise en place de signaux lumineux ne doit être envisagée que si aucune solution en écoulement libre (carrefour à priorité à droite, cédez le passage, stop, giratoire) ne donne satisfaction.

- **Gestion d'un passage piétons en section courante**

Hors intersection, la gestion des passages piétons par feux doit toujours être envisagée avec prudence car la signalisation lumineuse est moins crédible dans ce contexte. L'aménagement doit être particulièrement visible.

La mise en place d'un îlot refuge en baïonnette contribue à la fois à la sécurité (traversée en deux temps) et à la visibilité réciproque, renforçant ainsi la vigilance des automobilistes et des piétons.



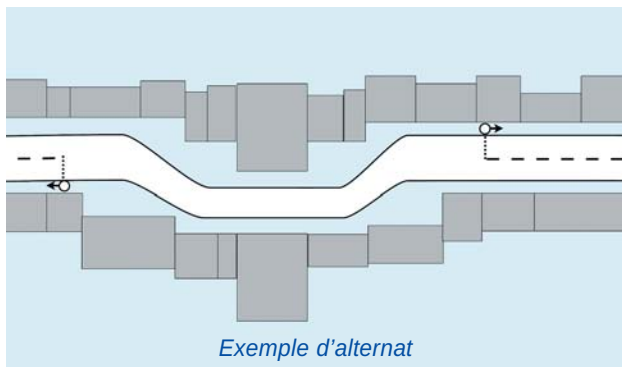
Passage piétons en section courante géré par feux. A noter que les feux positionnés à gauche de la chaussée sont facultatifs.

• Gestion d'un alternat

Lorsqu'à un passage singulier, une voie est trop étroite pour admettre deux sens de circulation, une gestion par feux peut être envisagée.

Chaque fois qu'un feu passe au rouge, le feu qui gère le mouvement adverse ne peut pas passer au vert avant que le dernier véhicule engagé, y compris s'il s'agit d'un cycliste, n'ait dégagé l'alternat. Il s'en suit un temps neutralisé dont la durée est proportionnelle à la longueur de l'alternat.

Pour assurer la crédibilité de la signalisation, il est souhaitable de limiter ces temps neutralisés, et donc de limiter la longueur de l'alternat.



Exemple d'alternat

En ce qui concerne l'utilisation de feux tricolores asservis à la vitesse, la circulaire de la DSCR du 11 juillet 1995 adressée aux Préfets de Département, précise notamment qu'il est inacceptable que la fonction des feux tricolores soit détournée vers un usage de sanction des excès de vitesse.

Il est à noter que seul le premier cas, à savoir la séparation dans le temps des principaux courants d'usagers en conflit dans un carrefour, est traité dans les paragraphes qui suivent.

Critères de choix du carrefour à feux

Du point de vue de la sécurité

Lorsque le trafic tous modes et les vitesses pratiques justifient l'implantation de feux, celle-ci apparaît comme légèrement favorable du point de vue de la sécurité par rapport aux carrefours ordinaires sans feux (cf. « Sécurité des routes et des rues »).

Des accidents en collision arrière sont par contre à craindre. La gravité des accidents, en cas du non respect du feu rouge ou impliquant des piétons, peut être importante, d'où la nécessité d'offrir aux usagers une bonne perception d'approche du carrefour (lisibilité), une bonne visibilité des signaux ainsi qu'une bonne visibilité réciproque.

Le carrefour à feux permet de gérer la traversée des piétons en fonction de leurs besoins et de la densité du trafic automobile, en l'adaptant suivant le contexte : traversée en un seul temps ou traversée en deux temps (refuge central nécessaire).

(*) La ville de Copenhague développe sur certaines pénétrantes des ondes vertes à 20 km/h pour favoriser les déplacements à vélo.

Du point de vue du fonctionnement

Le carrefour à feux ne permet pas de maîtriser les vitesses d'approche des véhicules lorsque le feu est au vert.

Les périodes en heures creuses (en particulier la nuit) sont plus délicates à gérer, une gestion adaptée de préférence à cycle court doit alors être envisagée.

Le fonctionnement général du carrefour au jaune clignotant est à éviter car il est mal compris, voire dangereux ; il correspond à un mode de fonctionnement dégradé, suite par exemple à une panne ou à la détection d'un défaut de fonctionnement grave.

L'emploi de carrefours à feux peut permettre d'instaurer sur un axe une onde verte, au moins dans un sens (voire les deux sens selon l'interdistance des carrefours). Cette régulation peut être utilisée si l'on désire modérer les vitesses sur un axe, à 20 km/h*, 30 km/h ou 40 km/h par exemple : l'onde est dans ce cas qualifiée d'« onde verte modérante ».

Le plan de feux se complexifie rapidement lorsque le nombre de branches augmente (phases plus nombreuses). La gestion des différentes phases implique une baisse globale de la capacité du carrefour. Il convient alors de veiller à ne pas dégrader la lisibilité du carrefour et à ne pas réduire les temps relatifs aux piétons au profit de la circulation automobile.

Du point de vue de l'écoulement des trafics

Comme le précise la réglementation (Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière Livre I – sixième partie), les signaux lumineux d'intersection ont pour objet de dissocier dans le temps l'admission dans un carrefour de courants de véhicules et de piétons incompatibles.

Les signaux lumineux ne sont utiles que si les créneaux dans les flux ne sont plus suffisants pour permettre aux différents usagers de traverser confortablement l'intersection sans prendre de risque.

La mise place de signaux lumineux ne doit être envisagée que si aucune solution en écoulement libre (carrefour à priorité à droite, cédez-le-passage, stop, giratoire, mini-giratoire) ne donne satisfaction.

La présence d'un carrefour à feux proche d'une intersection sans feu favorise l'existence de créneaux plus longs sur cette intersection. Comme indiqué précédemment, si ces créneaux sont suffisants, alors la mise en place de feux n'est pas utile.

Le créneau pour qu'un véhicule puisse traverser un flux circulant sur une voie est de 4 secondes, pour deux voies il s'élève à 6 secondes. Pour les piétons, ces créneaux sont plus longs, 6 secondes pour une voie à sens unique.

Pour une priorité à droite, le trafic entrant limite est de l'ordre de 900 uvp/h ; pour un stop ou un cédez-le-passage, 1 200 uvp/h. Pour un giratoire compact prenant en compte favorablement les piétons, le seuil

est de l'ordre de 2 400 uvp/h, avec un maximum de 3 000 uvp/h en entrant (une voie en entrée, une voie en sortie, une voie sur l'anneau). Un piéton éprouve des difficultés pour traverser un carrefour sans feu présentant un flux de plus de 800 uvp/h (à moduler en fonction de la vitesse).

Combiné avec des systèmes de régulation (multi-programmation, micro-régulation, gestion centralisée), le carrefour à feux permet une grande maîtrise des flux de véhicules selon les modes ou les destinations :

- optimisation de l'espace et adaptation aux variations de trafic selon les moments de la journée, de la semaine ou de l'année ;
- prise en compte prioritaire des transports en commun, en particulier sur les axes lourds de bus ou sur une ligne de tramway ;
- contrôle sur les remontées de files à proximité d'un passage à niveau, d'une voie rapide ou d'un autre carrefour ;
- prise en compte prioritaire de véhicules d'intervention en situation de crise particulière (axes de secours)...

Du point de vue de l'emprise

Le carrefour à feux étant en principe faiblement consommateur d'espace, il s'inscrit généralement dans les emprises existantes de l'intersection.

Données nécessaires à la conception d'un carrefour à feux

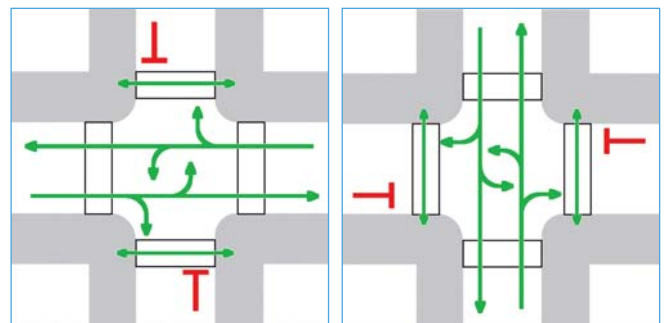
Une étude d'aménagement de carrefour à feux nécessite un recueil de données concernant :

- les différents usagers et modes présents : véhicules légers, piétons (adultes, personnes à mobilité réduite, jeunes...), cyclistes, transports collectifs (TC), poids lourds (PL), transports exceptionnels...
- les flux par mouvements directionnels (tout droit, tourne à droite, tourne à gauche ...) notamment aux heures de pointe ;
- les vitesses d'approche du carrefour ;
- l'exploitation du carrefour existant et des carrefours amont et aval ;
- l'emprise disponible, les possibilités d'extension ;
- les dysfonctionnements, le comportement des usagers, les pratiques locales des usagers riverains du carrefour, y compris en matière de stationnement (par observations sur le site) ;
- la nature du tissu urbain environnant ;
- l'insécurité routière (accidents corporels survenus les cinq dernières années) ;
- la place et le rôle du carrefour dans la hiérarchie du réseau de voirie afférent...

Fonctionnement à deux phases

A chaque phase de trafic, un temps pendant lequel aucun véhicule ne passe est inévitablement généré. Il se compose du temps nécessaire au démarrage (environ 1 seconde), du temps de jaune (3 secondes) et du temps de rouge de dégagement de la zone de conflit.

Le fonctionnement à deux phases doit être le principe de base car il est plus simple et plus lisible pour l'utilisateur. De plus, les cycles courts permettent d'éviter le stockage d'un nombre important de véhicules tournant à gauche au milieu du carrefour.



Carrefour en croix fonctionnant à deux phases

Un cycle à trois phases ne devrait être envisagé que lorsque l'importance des mouvements en conflit et l'emprise disponible l'imposent. Un fonctionnement à quatre phases ou plus devrait, sauf exception, être banni.

Pour cela, une modification du plan de circulation environnant avec un report de certains mouvements peut s'avérer nécessaire.

Orthogonalité des voies en conflit

Dans la traversée d'un carrefour à feux, tout automobiliste en mouvement tournant doit céder la priorité à un mouvement piétons (et éventuellement cyclistes) autorisé simultanément sur l'axe transversal.

L'application de cette priorité nécessite une identification précise et sans ambiguïté des directions : à droite, à gauche et directe.

Elle est spontanément obtenue dans les carrefours en croix ou en T classiques dans les réseaux maillés à angle droit. Lorsque ce n'est pas le cas, on s'en approche le plus possible, par exemple en redressant l'arrivée des voies sur le carrefour.

L'orthogonalité du passage piétons et de la chaussée permet aux personnes malvoyantes de traverser sans s'éloigner du passage piétons et d'atteindre le refuge ou le trottoir opposé au bon endroit.

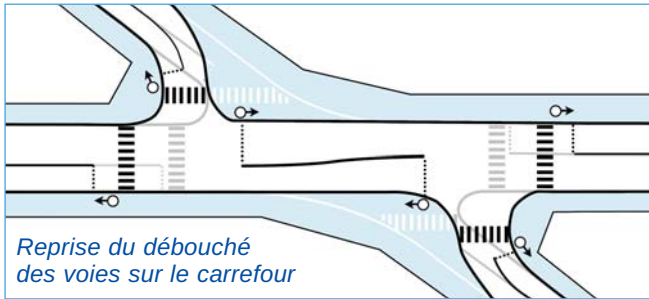
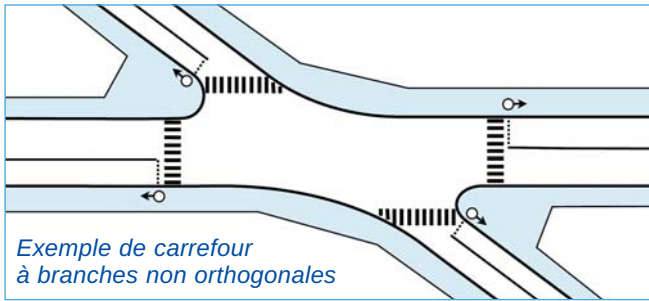
Elle minimise également la distance à parcourir.

Conception géométrique

Le carrefour doit être le plus compact possible, tout en respectant notamment :

- **Les possibilités de giration des véhicules les plus contraignants (bus et semi-remorques)**

La directive 97/27/CE du Parlement européen du 22 juillet 1997 précise que « tout véhicule à moteur et toute semi-remorque doivent pouvoir manœuvrer, dans chacun des deux sens, selon une trajectoire complète de 360° à l'intérieur d'une surface définie par deux cercles concentriques, le cercle extérieur ayant un rayon de 12,50 m et le cercle intérieur, un rayon de 5,30 m... ».



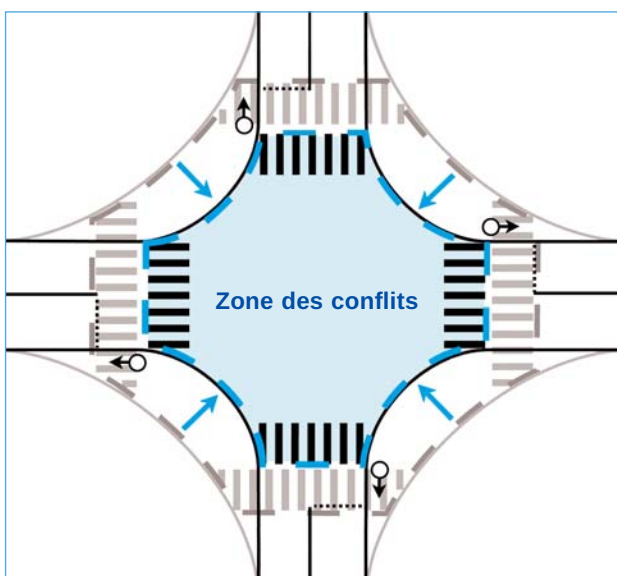
Alignement des voies en phase

Pour optimiser le rendement des carrefours à feux, on cherche à admettre dans la même phase deux courants adverses. Les véhicules qui tournent à gauche doivent alors céder le passage aux véhicules du flux adverse. Plus les axes des voies admises au vert simultanément sont parallèles, plus la perception de devoir céder le passage au trafic adverse est intuitive.

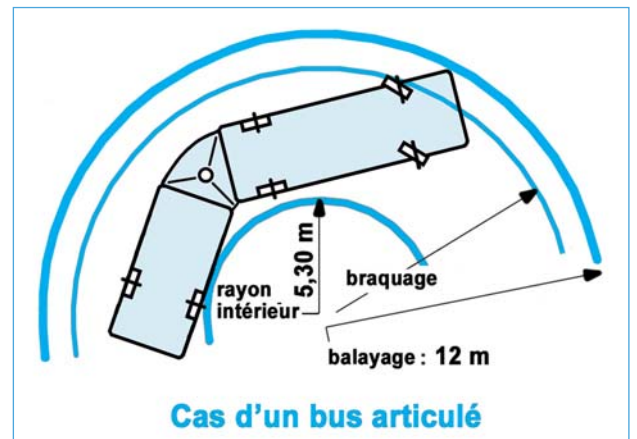
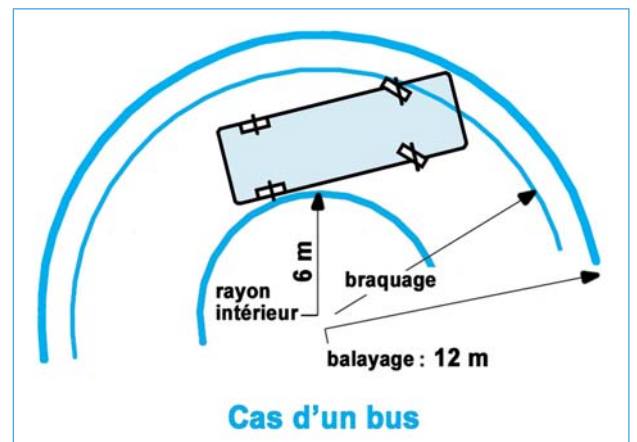
Réduction de la taille de la zone de conflits

La gestion des conflits dans le temps impose que la taille de la zone de conflits soit la plus réduite possible pour des raisons de sécurité et de capacité, sachant que les limites à cette réduction sont :

- d'une part, la possibilité de giration des véhicules les plus contraignants (bus, poids lourds...) ;
- d'autre part, le stockage des véhicules en tourne à gauche à l'intérieur du carrefour, si nécessaire.



Adaptation de la géométrie d'un carrefour sans feux pour obtenir un fonctionnement optimal d'un carrefour à feux



- **La largeur des voies d'entrée**

En milieu urbain, la largeur est à dimensionner au plus juste en fonction des types de véhicules attendus.

D'une manière générale, des largeurs inférieures ou égales à 3,00 mètres (jusqu'à 2,50 m) conviennent, sauf en cas de fort trafic PL et/ou TC en voie unique où la largeur peut être comprise entre 3,00 m et 3,50 m.

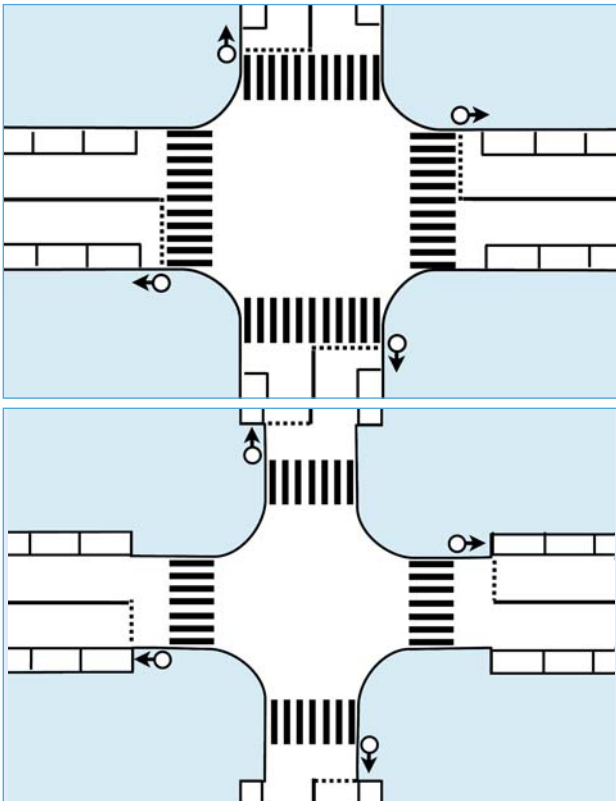
- **La dimension des îlots supports de feux**

- surface minimale : 5 m²

- largeur minimale : 0,70 m de part et d'autre du feu.

Prise en compte des piétons

- Prise en compte du piéton comme un usager à part entière dès le début de la conception du carrefour.
- Ilot refuge central obligatoire lorsque la traversée ne peut se faire en un seul temps et très recommandé lorsque la longueur de traversée est supérieure à 12 mètres ou à 3 voies de circulation. La largeur minimale recommandée de l'îlot refuge pour piétons est de 2 mètres. Dans la mesure du possible, les périodes de vert piétons doivent être assez longues et se chevaucher ou se succéder pour supprimer ou limiter tout temps d'attente sur refuge.
- Avancées de trottoirs prises sur le stationnement (ou « oreilles ») recommandées au droit des passages piétons. Elles permettent de raccourcir la largeur de traversée et de dégager la visibilité réciproque piéton/automobiliste en empêchant physiquement le stationnement des véhicules sur le passage piétons.

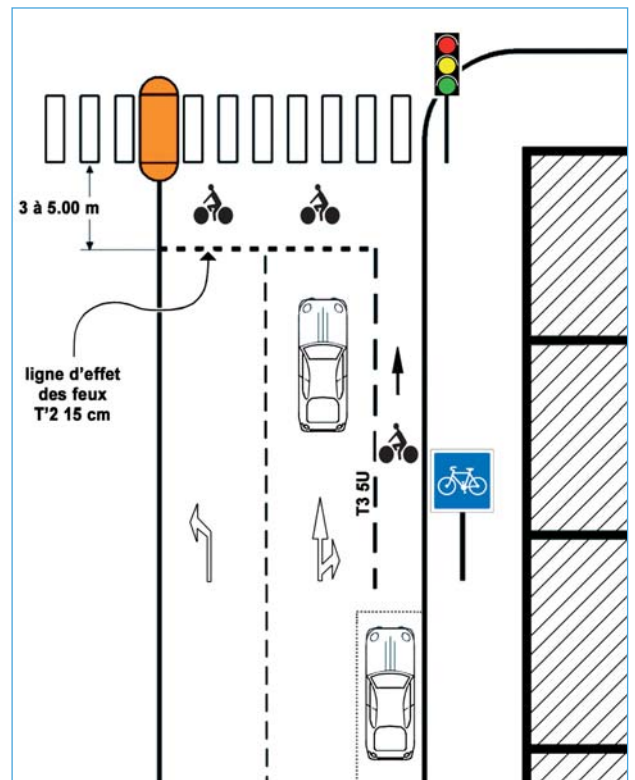


Exemple d'aménagement d'avancées de trottoir

- Durée de rouge de dégagement obligatoire afin de permettre à un piéton engagé à la dernière seconde de vert de dégager la zone des conflits en temps utile. La vitesse généralement admise pour le calcul de cette durée est de 1 m/s, sachant que des circonstances particulières peuvent conduire à retenir une valeur inférieure (proximité d'une maison de retraite, d'un établissement de santé...).
- Dans le cas d'un fonctionnement micro-régulé donnant le vert à une phase tant qu'un véhicule d'une autre phase n'a pas été détecté, prise en compte des piétons désirant traverser par des boutons poussoirs avec un temps de réaction des feux suffisamment court suite à l'appel piéton.

Prise en compte des cyclistes

- S'il existe un aménagement cyclable, sa conception dans le carrefour devra être telle que l'automobiliste soit :
 - d'une part, conscient qu'il est sur le point de franchir une bande de chaussée où peut circuler un cycliste ;
 - d'autre part, qu'il soit dans la meilleure position pour voir le cycliste.
- Dans le cas d'un carrefour vaste avec une présence importante de cyclistes, il convient de prendre une vitesse de référence pour le temps de dégagement inférieure à 10 m/s.
- La mise en œuvre d'un sas pour vélos est recommandée.



Exemple d'aménagement de sas pour vélos

La ligne d'effet des feux des véhicules motorisés est alors placée avec un retrait de 3 à 5 mètres par rapport à celle affectée aux cycles ou par rapport au passage piétons. En l'absence d'aménagement cyclable à l'approche des feux, une bande cyclable d'accès au sas est créée.

Respect de la réglementation

La conception et le fonctionnement d'un carrefour à feux doivent impérativement respecter la réglementation en vigueur lors de sa réalisation. Cette réglementation est développée dans l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière (1^{ère} partie : généralités et 6^{ème} partie : feux de circulation permanents) qui fixe, à titre d'illustration :

- le temps de vert minimum (6 secondes) pour les feux tricolores et les feux piétons sachant qu'un temps de 10 secondes est préférable ;
- les temps de dégagement permettant à un véhicule ou un piéton de dégager la zone de conflit en temps utile sur la base d'une vitesse de 10 m/s pour les véhicules à moteur et de 1 m/s pour les piétons ;
- le temps d'attente maximum pour un usager qui ne doit pas dépasser 120 secondes ;
- les caractéristiques des messages sonores ou tactiles, dès lors que les signaux pour piétons comportent un équipement permettant aux personnes aveugles ou malvoyantes de connaître la période où il est possible de traverser les voies de circulation...

D'autre part, selon les décrets n° 2006-1657 et 2006-1658 du 21 décembre 2006 et l'arrêté du 15 janvier 2007 relatifs à l'accessibilité de la voirie et des espaces publics, les signaux pour piétons associés aux feux

de signalisation lumineuse sont complétés par des dispositifs sonores ou tactiles, à l'occasion de la réalisation de voies nouvelles, d'aménagements ou de travaux ayant pour effet de modifier la structure des voies ou d'en changer l'assiette ou de travaux de réaménagement, de réhabilitation ou de réfection des voies, des cheminements existants ou des espaces publics.

Outre la réglementation, les aménagements et équipements doivent respecter la normalisation.

Quelques références de normes publiées par l'Afnor dans le domaine des carrefours à feux figurent ci-après (liste non exhaustive) :

- [NF P 99-000](#) : Terminologie
- [NF P 99-050](#) : Principes de maintenance
- [NF P 99-060](#) : Conditions de mise en œuvre des équipements
- [NF P 99-100](#) : Caractéristiques complémentaires des sécurités fonctionnelles d'usage
- [NF P 99-200](#) et [NF EN 12-368](#) : Signaux
- [NF EN 12-675](#) : Contrôleurs - exigences de sécurité fonctionnelle
- [NF S 32-002](#) : Personnes à Mobilité Réduite...

Maintenance et suivi

Après la mise en service du carrefour, le gestionnaire a notamment en charge :

- d'adapter périodiquement le fonctionnement à l'évolution de la circulation (croissance du trafic externe, urbanisation, voie nouvelle...);
- la maintenance permettant de conserver les performances du matériel, mais aussi d'accroître la rentabilité et l'efficacité des investissements réalisés.

C'est pourquoi, lors d'un aménagement de carrefour à feux, et notamment entre des voies de domanialité différente (par exemple un carrefour entre une route nationale et une voie communale), il est important d'identifier le **gestionnaire du matériel** de signalisation tricolore lumineuse et de préciser ses limites d'interventions par le biais d'une **convention** entre les différents maîtres d'ouvrages.

Actuellement, la quasi-totalité des matériels et réseaux de transmission permettent d'avoir recours aux modes de « télégestion » : en cas de panne ou de dysfonctionnement de l'installation, l'information est

immédiatement transmise au gestionnaire (poste central ou agent d'astreinte...) afin qu'il puisse prendre les mesures nécessaires dans les meilleurs délais.

En outre, afin d'évaluer les effets de l'aménagement en matière de sécurité routière, il convient de réaliser un suivi après la mise en service :

- à court terme, pendant les six mois qui suivent la mise en service : observations sur le fonctionnement du carrefour (recalage du plan de feux si nécessaire), observations sur le comportement des usagers (manœuvres non autorisées, vitesses en approche...) et sur les signes précurseurs d'une accidentologie (verre brisé, traces de freinage brutal, impacts, accidents matériels et corporels...);
- à moyen terme, après une période significative de trois ans : bilan de l'accidentologie (nombre d'accidents corporels, gravité, répartition par types d'impliqués...); si le bilan n'est pas satisfaisant, des modifications seront apportées à l'aménagement.

Certu

Centre d'Études
sur les réseaux
les transports
l'urbanisme et
les constructions
publiques
9, rue Juliette Récamier
69456 Lyon
Cedex 06
tél : 04 72 74 58 00
fax : 04 72 74 59 00
www.certu.fr

Sujets associés

- Généralités sur les carrefours plans.
- Sécurité et hiérarchie des voies urbaines.
- Les piétons au coeur de l'aménagement de l'espace public urbain.
- Les cyclistes.
- Les Personnes à Mobilité Réduite.

Références bibliographiques

- Guide des carrefours urbains.
- CERTU, version mise à jour en 2010.
 - Guide de conception des carrefours à feux.
- CERTU, 2010.
 - Carrefours à feux avec îlot central.
- CERTU, 2008.
 - Mise en conformité des carrefours à feux, aide au diagnostic des installations.
- CERTU, 1999.
 - Sécurité des routes et des rues.
- CETUR / SETRA, 1992.
-
- Instruction interministérielle sur la signalisation routière.
- 6^{ème} partie : Feux de circulation permanents.

© Certu 2010

La reproduction
totale ou partielle
du document doit être
soumise à l'accord
préalable du Certu.

Maquette & Mise en Page :
Antoine Jardot
DADT - VIA
CETE Normandie Centre
02 35 68 89 33

La série de fiches «Savoirs de Base en sécurité routière» a été réalisée par les groupes de travail du RST pilotés par le Certu pour le milieu urbain et par le Sétra pour le milieu interurbain.

Cette série de documents a pour seule vocation de constituer un recueil d'expériences. Ce document ne peut pas engager la responsabilité de l'Administration.

Ces fiches sont disponibles en téléchargement sur les sites du :

- Certu (<http://www.certu.fr>)
- «portail métier» sécurité routière de la DSCR (<http://securite-routiere.metier.i2>)
- Sétra (intranet : <http://catalogue.setra.i2> et internet : <http://catalogue.setra.equipement.gouv.fr>).

AUTEUR DE LA FICHE

Franck Monti

CETE Méditerranée/DAT/TDU/AUSE

04 42 24 77 51

franck.monti@developpement-durable.gouv.fr

VOTRE CONTACT AU CERTU

Nicolas Nuyttens

04 72 74 58 69

nicolas.nuyttens@developpement-durable.gouv.fr

Secrétariat : 04 72 74 59 61

voi.certu@developpement-durable.gouv.fr