

La prise en compte des vélos dans les intersections : détection et intégration dans le trafic urbain

Stéphanie Sauvaget, Véronique Aurand

▶ **To cite this version:**

Stéphanie Sauvaget, Véronique Aurand. La prise en compte des vélos dans les intersections : détection et intégration dans le trafic urbain. [Rapport de recherche] Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 1999, 102 p., graphiques, illustrations, figures, 11 références bibliographiques. hal-02150532

HAL Id: hal-02150532

https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02150532

Submitted on 7 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Centre d'études sur les réseaux,
les transports, l'urbanisme
et les constructions publiques

La prise en compte des vélos dans les intersections

Détection et intégration dans le trafic urbain

Rédacteur et coordonnateur

Stéphanie SAUVAGET (ENTPE)

Véronique AURAND (CERTU)

Juillet 1999

NOTICE ANALYTIQUE

Organisme commanditaire

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

Titre

La prise en compte des vélos dans les intersections

Sous-titre	**Langue**	**Date d'achèvement**
Détection et intégration dans le trafic urbain	Français	Juillet 1999

Organismes auteurs	**Rédacteur et coordonnateur**	**Relecture assurance qualité**
ENTPE : École nationale des travaux publics de l'État	Stéphanie SAUVAGET	
CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques	Véronique AURAND	Jacques BALME

Remarques préliminaires

L'étude présentée dans ce document a été réalisée dans le cadre d'un travail de fin d'étude d'une élève ingénieur des travaux publics de l'État. Le sujet est issu d'une demande d'association et n'a, semble-t-il, jamais fait l'objet d'une étude générale même si localement un certain nombre d'initiatives ont vu et voient le jour. Ce document recense les besoins et dresse un état de l'art sur les moyens de détection des vélos pour leur prise en compte dans le trafic urbain.

Résumé

Pour accroître la population cycliste et envisager un report des courts trajets automobiles en ville sur le vélo, les villes doivent sécuriser et favoriser les traversées cyclistes aux intersections.
Sur la base de recherches bibliographiques, le document présente l'évolution de ce mode de déplacement et de ses adeptes, ainsi que des pratiques eu égard à la réglementation. Une enquête a permis de cerner les besoins des cyclistes, par le biais des associations, et des exploitants des réseaux urbains en matière de détection et d'intégration des vélos dans les systèmes de gestion du trafic. L'analyse des résultats de cette enquête et de dispositifs de détection existants en France et à l'étranger ont conduit à proposer un cahier des charges pour les systèmes de détection selon les configurations des carrefours. Par ailleurs, l'offre constructeur de tels systèmes a aussi été recensée.

Mots clés	**Diffusion**
Détection, vélos, aménagements cyclables, carrefours à feux, gestion du trafic urbain, sécurité routière	CGPC, DSCR, DTT, DRAST, SETRA, CERTU, LCPC, INRETS, Réseau des CETE, CU de Strasbourg, Lille et Bordeaux, Villes de Paris et Valence, Club des villes cyclables, FUBicy

Nombre de pages	**Prix**	**Confidentialité**	**Bibliographie**
102 pages	90 F	Non	11 références

Remerciements

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes du département Technologies, qui m'ont accueillie et aidée pendant ce travail de fin d'études .

Je remercie en particulier :

Mme Véronique AURAND, pour le temps qu'elle m'a accordé et l'expérience qu'elle m'a apportée,

ainsi que :

M. Jean-François BEDEAUX du département Systèmes techniques pour la ville du CERTU,

M. Daniel DECANT et Mme Claude PITOUX de la Mairie de Paris,

Mme Geneviève LAFFERERE du département Voirie du CERTU,

Mme Édith METZGER du CETE de Lyon,

Mlle Véronique MICHEL des services techniques de le Ville de Valence,

M. Benoît WOLLF du service circulation de Strasbourg.

Sommaire

1. Introduction **6**

2. Le contexte général **7**

2.1 L'état de la circulation à vélo et sa place dans les déplacements urbains *7*

2.2 Une présentation de la population concernée *10*

2.3 Le développement des politiques de transports en vélo *12*

2.4 Une accidentologie préoccupante *13*

2.5 La nécessité d'intervention pour sécuriser les intersections à feux pour les cyclistes *14*

3. Les aménagements en faveur des vélos aux carrefours à feux **15**

3.1 En section courante *15*

3.2 Les méthodes générales d'aménagements par signalisation horizontale actuellement utilisées en France *17*

3.3 Le rôle du fonctionnement des cycles de feux pour sécuriser les traversées cyclistes *22*

3.4 L'utilité des détecteurs selon différentes configurations *25*

4. Les différentes expériences en France et à l'étranger **28**

4.1 Les sites non visités *28*

4.2 La ville de Valence *28*

4.3 La ville de Paris *31*

4.4 Les ville et communauté urbaine de Strasbourg *34*

4.5 Dans le reste de l'Europe : à Delft en Hollande *36*

4.6 Aux États-Unis : la ville de Missoula *38*

5. L'évaluation des besoins des usagers et des exploitants **38**

5.1 La définition des modalités de l'enquête *39*

5.2 Les résultats *39*

5.3 L'expression des besoins des exploitants *40*

5.4 L'expression des besoins des usagers *40*

6. Un cahier des charges pour les systèmes de détection de vélos **41**

6.1 Des conditions générales *41*

6.2 Les vélos en circulation banalisée *43*

6.3 Dans le cas des bandes cyclables *44*

6.4 Dans le cas des pistes cyclables *45*

6.5 Dans la cas d'un couloir bus et vélo *46*

6.6 Synthèse des différents cas *47*

7. L'analyse de l'offre constructeur et de son adéquation avec les besoins exprimés **48**

7.1 Un instrument de comptage temporaire : le tuyau pneumatique *48*

7.2 Les détecteurs piézoélectriques *49*

7.3 Les détecteurs magnétiques *49*

7.4 Les systèmes de détection par caméra *52*

7.5 Les systèmes de détection lasers : les radars à effet optique *53*

7.6 Les systèmes radar à effet Doppler *53*

7.7 Les systèmes émetteurs-récepteurs *54*

7.8 Conclusion *55*

8. Conclusion **56**

Table des illustrations **58**

Bibliographie **59**

Carnet d'adresses **60**

Glossaire **62**

Annexes **63**

Annexe 1 *Des textes de loi sur la circulation cycliste* *64*

Annexe 2 *Les visites sur des sites équipés de détection pour les vélos* *71*

Annexe 3 *L'enquête sur l'intégration des cyclistes dans les intersections* *86*

1. Introduction

En ville, le vélo peut devenir un mode de transport alternatif aux véhicules particuliers intéressant. En effet, plus de la moitié des déplacements effectués en voiture en milieu urbain sont inférieurs à 3 km, distance très accessible aux vélos.

Par ailleurs, les pics de pollution, les problèmes de congestion incitent les villes françaises à privilégier de plus en plus les moyens de transport autres que la voiture particulière. Dans cette optique, elles aménagent de plus en plus de réseaux cyclables. Cependant, le manque de considération mutuelle entre cyclistes et automobilistes et le non-respect du code de la route exposent les usagers les plus vulnérables au danger et font du vélo un mode de déplacement à risque. Les gens hésitent à utiliser un mode de transport si peu sécurisé.

Pour favoriser ce mode de déplacement économique, non polluant, offrant une meilleure qualité de vie pour soi-même et pour les autres, il faut plus que des politiques quantitatives fondées sur la construction de linéaires de pistes cyclables. Outre l'aménagement des infrastructures, la valorisation des déplacements en vélo nécessite aussi une sensibilisation et une adaptation des modes de vie français à ce moyen de transport, et surtout la considération de son existence. Cela peut se traduire par l'intégration des vélos dans la gestion du trafic urbain au même titre que les autres usagers de la route.

Malheureusement, cet aspect n'est pas celui que les municipalités recherchent actuellement. Le plus souvent, elles donnent la priorité à la création de réseaux « récréationnels » entre les espaces verts. Pourtant, les problèmes de sécurité les plus fréquents rencontrés par les cyclistes ont lieu aux intersections. Il est possible de minimiser les risques en détectant automatiquement les cyclistes et en les intégrant dans la gestion du trafic. Les systèmes de détection s'adressent plus aux cyclistes habitués aux trajets quotidiens. Ce sont eux qui souffrent le plus de ces problèmes de sécurité. C'est aussi ce type d'utilisation de la bicyclette qui doit être valorisé, notamment si les municipalités envisagent le transfert d'une partie des trajets courts en voiture sur le vélo.

Le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques a pour mission de recenser et d'analyser les interactions entre les différents acteurs urbains et s'intéresse en particulier à la planification des territoires urbains, à l'environnement et à la circulation. Le thème de la prise en compte des vélos préoccupe plusieurs départements du CERTU. Le département Technologies s'intéresse plus précisément aux problèmes liés à l'utilisation de détecteurs et à leurs performances.

Les problèmes liés à la détection des vélos et à leur intégration dans la gestion du trafic s'exposent en trois points :

- *Existe-t'il des systèmes efficaces pour détecter les vélos ?*
- *Sont-ils adaptés à la demande de trafic cycliste ?*
- *Si non, comment peuvent-ils être modifiés pour mieux répondre aux besoins ?*

La littérature est assez peu prolixe sur ce sujet. Ce travail s'appuie donc sur des contacts directs avec les utilisateurs - qu'ils soient exploitants des systèmes de gestion du trafic ou cyclistes - et avec les constructeurs de matériel de détection.

Les exploitants et les cyclistes ont été interrogés par le biais d'un questionnaire diffusé aux villes membres du Club des villes cyclables et aux associations membres de la Fédération des usagers de la bicyclette. Ce questionnaire est la base du recensement de leurs besoins concernant les systèmes de détection de vélo.

Cela a aussi permis de recenser les expériences françaises. Certaines villes ayant répondu positivement ont ainsi été visitées ou recontactées par téléphone pour obtenir plus de détails sur leurs moyens de détection des vélos et leur prise en compte dans les traversées de carrefour.

Les informations sur les expériences étrangères ont été obtenues grâce à internet à partir de forums spécialisés sur les questions de transport.

Quant aux offres constructeurs, elles nous sont parvenues à l'issue de contacts pris avec les villes ou directement avec les industriels.

L'étude porte principalement sur les moyens techniques de détection des cyclistes et sur l'intégration de leur demande dans les systèmes de gestion et d'exploitation du trafic urbain.

Il s'agit :

- de faire un tour d'horizon des expériences européennes, et en particulier françaises, des méthodes de gestion possibles selon le type de carrefour et l'existence ou non d'un aménagement cyclable ;
- de recenser les besoins des usagers et des exploitants vis-à-vis de la détection des cyclistes afin de déterminer les éléments clés d'un système répondant à ces critères. Cette partie se fondera sur les résultats d'une enquête menée auprès d'associations et de villes affichant leurs préoccupations concernant le développement du transport à vélo (villes appartenant au club des villes cyclables) ;
- d'établir un cahier des charges ou de spécificité des systèmes de détection ;
- d'analyser l'offre constructeur afin de déterminer le produit se rapprochant le plus des caractéristiques essentielles déterminées auparavant. Il s'agit de déterminer des solutions techniques d'efficacité et de qualité équivalentes à celles développées pour réguler le trafic motorisé. Elles seront ensuite testées par un laboratoire du réseau technique.

2. Le contexte général

2.1 L'état de la circulation à vélo et sa place dans les déplacements urbains

2.1.1 Quelques statistiques : part de la circulation vélo, évolution et perspectives

Depuis quarante ans, les déplacements en vélo ne cessent d'évoluer. Très nombreux après la deuxième guerre mondiale, ils ont ensuite laissé la place au progrès : la motorisation. Non seulement l'automobile était soutenue par les pouvoirs publics et jouissait d'une image très forte, mais aussi le vélo a lui-même été motorisé pour donner le vélomoteur. Ces engins motorisés donnaient une image de réussite alors que le vélo semblait être réservé à ceux qui avaient peu de moyens.

Avec les crises pétrolières des années soixante-dix, nombreux sont ceux qui ont cru au retour massif de ce moyen de transport économique. Pourtant, dès le début des années quatre-vingt, les politiques d'aménagement cyclables ont été laissées de côté dans la plupart des grandes villes françaises.

Plusieurs raisons ont été évoquées pour justifier cet abandon. Il y a, tout d'abord, la part décroissante des déplacements à deux roues par rapport à l'ensemble des déplacements dans la majorité des grandes villes françaises.

Ville	Enquête ménages entre 1976 et 1980	Part de marché des deux-roues (%)	Enquête ménages entre 1985 et 1990	Part de marché des deux-roues (%)
Lille	1976	19	1987	6
Lyon	1976	10	1985	3
Marseille	1976	11	1988	4
Toulouse	1977	15	1990	7
Bordeaux	1978	16	1990	7
Grenoble	1978	18	1985	8
Nantes	1980	17	1990	6
Strasbourg	-	-	1988	15

Tableau 1 : Évolution de la part de marché des déplacements deux-roues dans l'ensemble des modes motorisés selon les enquêtes ménages (CETUR 1976-1992).

Ces chiffres montrent, sans appel, la forte diminution de la part de marché des deux-roues en cinq ans. De plus, les vélos n'en représentent qu'une fraction puisque l'appellation "deux-roues" comprend à la fois motos, vélomoteurs et vélos. Néanmoins, l'effet de ces chiffres sur les gestionnaires a été de les laisser croire que les français ne voulaient plus se déplacer à vélo. Ils ne répondaient donc plus qu'à une demande marginale en créant des aménagements cyclables.

La deuxième raison évoquée est le fort taux d'accidents impliquant les deux-roues. Ils sont, en effet, vulnérables par leur petite taille qui les rend peu visibles des autres usagers et surtout par leur manque de carrosserie protectrice. En outre, les cyclistes sont souvent peu respectueux du code de la route et de ce fait s'exposent plus au danger. Les accidents de vélos sont nombreux et souvent plus graves que la moyenne. Il faut aussi préciser que les accidents en deux roues, en particulier les cyclomoteurs, touchent surtout les adolescents. La diminution de la circulation cycliste a donc été un argument pour la sécurité des usagers : moins il y a d'aménagements cyclables, moins il y a de cyclistes et d'accidents impliquant des vélos.

Enfin, le coût des aménagements a été un frein au développement de telles politiques. Dans les années soixante-dix, deux facteurs incitaient à la construction d'aménagements lourds et coûteux en faveur des deux roues.

- Le gouvernement avait décidé d'encourager les gens à utiliser des moyens de transport plus économiques que l'automobile et avait largement contribué au financement d'aménagements lourds, tels que les pistes cyclables.

- Ce mouvement était fortement soutenu par les lobbies écologistes de l'époque. Même si, déjà, l'intérêt des aménagements légers et moins coûteux était reconnu, la manne financière de l'état a balayé toute protestation.

Quand, avec la décentralisation, les communes ont eu à prendre en charge elles-mêmes les investissements pour les aménagements cyclables, elles ont vite renoncé à ces aménagements, qui, de toute manière, n'étaient utilisés que par une infime partie de la population.

Tous ces arguments, fort fondés, ont contribué à la baisse de la circulation des deux-roues. Cependant, ils ont évolué différemment dans les années quatre-vingt dix et ont perdu beaucoup de leur force.

Si la part des deux-roues dans les déplacements a globalement fortement diminué, les différents types de deux-roues n'ont pas connu la même évolution. Tout d'abord, la chute importante de l'utilisation des vélos a été compensée par une hausse de celle des vélomoteurs, vecteurs de progrès. Puis avec la motorisation croissante des ménages, le vélomoteur aussi a perdu de l'importance, alors que la circulation à vélo est restée faible mais stable.

Aujourd'hui, les cyclistes représentent la majorité des déplacements en deux-roues. Les chiffres les plus récents à ce sujet datent de 1986-1992 et montrent que la part des vélos parmi les deux-roues est de 70 % environ. Néanmoins, font exception des villes comme Paris intra-muros, Nantes et Marseille où les vélos représentent moins de la moitié des déplacements en deux-roues.

Le potentiel d'évolution de l'utilisation de la bicyclette est fort, et ce d'autant que plus de la moitié des trajets effectués en voiture est inférieure à trois kilomètres, alors que deux tiers des trajets en vélo sont aussi inférieurs à trois kilomètres. Nous constatons bien que, pour les courts trajets en ville, un report de la voiture sur le vélo est envisageable.

Les données sur les vélos sont peu récentes (les dernières enquêtes ménages ont été effectuées en 1992), cependant une enquête de la Mairie de Paris en octobre 1998 révèle une évolution optimiste. En effet, 90 % des mille cyclistes interrogés déclarent utiliser leur vélo tous les jours et 12 % circulaient en voiture avant d'utiliser le vélo. Une reprise de la circulation à vélo a été enregistrée après les grèves de l'hiver 1995 à Paris : seulement 50 % des cyclistes interrogés roulaient déjà en vélo avant la grève et 27 % ont commencé suite à la grève. Pour la moitié des cyclistes parisiens, l'utilisation du vélo remonte à moins de 3 ans.

Si nous ne pouvons pas tenir cet exemple pour la tendance générale, il permet cependant de pressentir le regain d'intérêt pour ce mode de transport dont plus de la moitié des sondés estime qu'il représente un gain de temps.

2.1.2 De nombreux inconvénients à ce mode de déplacement

Le fait que les gens ne pratiquent pas régulièrement le vélo ne les empêche pas d'y être très favorables et de souhaiter que la circulation à bicyclette soit privilégiée par rapport à la circulation automobile. Car, en considérant les résultats d'une enquête faite à Lille en 1992 sur l'opinion qu'a la population du vélo, nous voyons vite qu'elle est loin d'y être hostile. Des études similaires faites dans d'autres grandes villes françaises, comme Strasbourg et Grenoble, concordent sur le fait que l'inconvénient majeur est le danger, que les sondés soient cyclistes ou non.

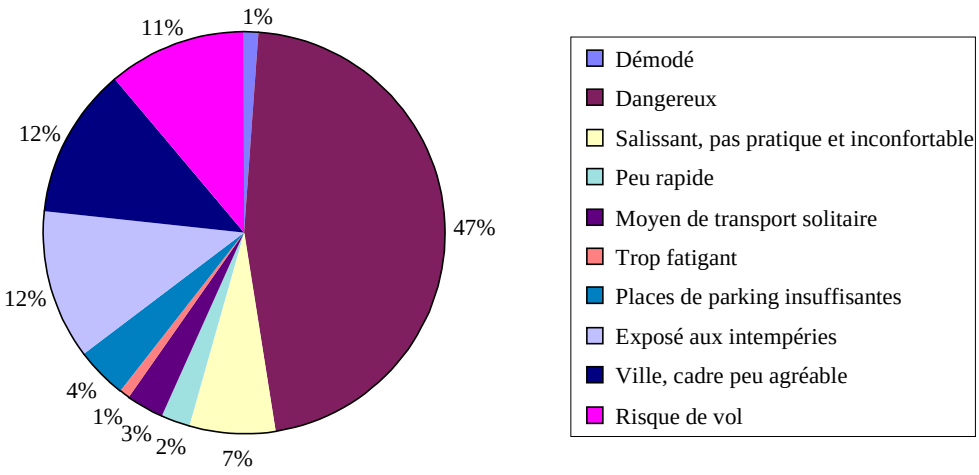


Figure 1 : Estimation des principaux inconvénients de la pratique du vélo en ville par les cyclistes et les non-cyclistes (Étude Lillàvélo, 1992).

Nous pouvons donc en déduire que le petit nombre de cyclistes en ville n'est pas dû au désintérêt pour ce mode de transport mais plutôt au danger causé par le trafic automobile croissant. Si des aménagements permettent de diminuer ces risques d'accidents, nous pouvons espérer une reprise de la circulation à vélo, la pratique occasionnelle de la bicyclette restant une habitude forte en France.

Un autre frein à l'usage de la bicyclette est l'inadéquation entre les aménagements et le vœu des cyclistes d'aller le plus vite possible et d'emprunter le chemin le plus direct possible. En effet, les aménageurs ne semblent pas tenir compte de ce besoin naturel du cycliste d'économiser son énergie et proposent souvent des aménagements mal entretenus avec des pentes trop importantes ou des détours.

En outre, les cyclistes se plaignent du manque de considération de la part des automobilistes. Non seulement, ces derniers ne tiennent pas compte des espaces réservés aux cyclistes (nombreux sont les automobilistes à confondre les bandes cyclables avec des places de parking), mais encore les cyclistes regrettent d'être exposés plus que les autres à la pollution. Et la situation est bien pire lorsque les cyclistes roulent au milieu des voitures.

2.2 Une présentation de la population concernée

Dans son intervention au congrès VéloCity à Graz-Maribor en mai 1999, Francis Papon, chercheur à l'INRETS, propose une classification des cyclistes français en trois catégories. Cette classification est fondée sur des enquêtes nationales concernant le transport effectuées par l'INSEE en 1981-1982 et 1993-1994 et a été développée au sein du projet de recherche ECOMOBILITE.

Les trois catégories de cyclistes sont les suivantes :

- ***Cyclistes sportifs*** : cyclistes effectuant des trajets de quelque distance que ce soit dans le but de faire du sport ou de plus de 10 kilomètres à titre de loisir ;
- ***Cyclistes usuels*** : personnes qui circulent à vélo pour un motif autre que le sport ou une longue boucle pour les loisirs et qui n'ont pas la possibilité de conduire ;
- ***Cyclistes optionnels*** : personnes qui utilisent leur vélo pour des motifs autres que le sport ou des trajets importants pour le loisir et qui sont titulaires d'un permis de conduire (voiture ou moto).

Le tableau suivant présente les caractéristiques de ces différents types de cyclistes.

Nature des cyclistes	Cyclistes sportifs	Cyclistes usuels	Cyclistes optionnels
Caractéristiques du groupe	Cyclistes les plus rapides	Cyclistes les plus nombreux	Trajets domicile-travail
Caractéristiques physiques	Hommes très jeunes ou âgés	44 % de femmes (36 % pour l'ensemble des cyclistes), population très jeune	Majorité d'hommes en âge de travailler
Catégories sociales	Employés salariés, enfants, retraités	Faibles niveaux de revenus : étudiants, scolaires	Revenus moyens : cadres
Types de trajets effectués	Trajets assez longs : 11,1 km pour 62 minutes en semaine 20,2 km pour 82 minutes le week-end	Trajets courts : 3,55 km en 25 minutes en moyenne	Trajets en semaine : 4,68 km en 27 minutes en moyenne
Motif	Loisir, sport	Visite aux amis, école et courses	Domicile - travail
Localisation géographique	Île-de-France, Méditerranée : en banlieue éloignée, centre ville ou zone rurale isolée	Moins nombreux à l'Ouest et dans la région parisienne, sauf à Paris. Souvent à la périphérie des villes	Proches banlieues des villes, Paris

Tableau 2 : Les différents types de cyclistes.

Les cyclistes français sont d'origines assez diverses : la catégorie sportive roule en vélo pour le plaisir de pédaler, la catégorie optionnelle choisit le vélo au détriment de la voiture pour les déplacements professionnels ou personnels ; les cyclistes usuels sont soit trop jeunes pour avoir le permis de conduire, soit trop pauvres pour posséder une voiture. Les motifs des déplacements à vélo sont de plus en plus liés aux loisirs (visites, loisirs, sport) et de moins en moins utilitaires (éducation, travail et achats). Il apparaît donc que le vélo est de plus en plus associé à la santé, à l'environnement, à la sociabilité plutôt qu'à une contrainte. Les jeunes adultes sont de plus en plus présents parmi les cyclistes usuels, ce qui révèle des motivations d'ordre économique. Par contre, nous comptons de plus en plus de cadres, à salaires élevés parmi les cyclistes optionnels : la bicyclette ne jouit plus d'une image dévalorisante socialement.

Pour conclure, les cyclistes qui se déplacent en milieu urbain sont, avant tout, des cyclistes usuels ou optionnels. On y retrouve beaucoup d'hommes et de femmes jeunes et en âge de la retraite. Toutes ces personnes sont, en général, à faible niveau de revenus et se déplacent à vélo parce qu'ils n'ont pas d'autres moyens. Leurs déplacements sont de type utilitaires. Les déplacements urbains à vélo sont, aussi, effectués par des personnes plus aisées, majoritairement des hommes actifs, qui utilisent le vélo comme moyen de locomotion économique, pratique et écologique.

2.3 Le développement des politiques de transports en vélo

2.3.1 Les modifications du code de la route en faveur des vélos

En France, les vélos ne sont pas soumis à l'immatriculation et les cyclistes peuvent circuler quel que soit leur âge. De plus, il n'y a pas besoin de permis pour circuler à vélo. Ils sont soumis aux mêmes règles de circulation que les autres usagers de la route. Par voie de conséquence, ils sont passibles des mêmes peines d'amendes et d'emprisonnement en cas de non-respect du code de la route.

Lors d'une réunion, le 26 novembre 1997, le Comité interministériel de sécurité routière (CISR) a reconnu l'importance des atouts du vélo pour le développement de la mobilité urbaine. Il a décidé de modifier le code de la route pour améliorer la sécurité des cyclistes. Le texte modifié le 14 septembre 1998 du code de la route est joint en annexe 1.1.

Ce nouveau texte de loi donne beaucoup plus de responsabilité et de pouvoirs aux maires afin d'aménager au mieux les voiries urbaines, de privilégier et sécuriser l'usage du vélo.

Les pistes et bandes cyclables sont des aménagements exclusivement réservés aux cycles à deux ou trois roues. Cependant, l'autorité investie du pouvoir de police garde la possibilité de les autoriser aux cyclomoteurs en le signalant explicitement. Si le vélo est équipé d'une remorque, il est dans l'obligation d'utiliser la chaussée principale (article R.190 du code de la route). La circulation des cycles conduits à la main est tolérée sur la chaussée (article R.191).

L'utilisation de certaines voies, telles que les autoroutes, les voies express, leur est interdite.

De jour seulement, les cyclistes peuvent rouler à deux de front mais doivent se ranger en file simple lorsqu'un véhicule s'apprête à les dépasser (article R.198).

Le nouveau code de la route autorise la circulation des vélos dans les aires piétonnes. De même, les cycles conduits par des enfants de moins de huit ans sont autorisés sur les trottoirs, sauf dispositions différentes prises par l'autorité investie du pouvoir de police, c'est à dire le maire de la ville.

Il laisse aussi la possibilité aux autorités investies du pouvoir de police, d'une part, de décider de rendre obligatoires, pour les cyclistes, les bandes et pistes cyclables. D'autre part, elles peuvent aménager les intersections pour assurer la sécurité des cyclistes, notamment par la création d'un sas permettant aux cyclistes et aux cyclomotoristes de se positionner devant les voitures.

Par ailleurs, deux dispositions particulières sont prises :

- l'obligation d'équiper les cycles d'un dispositif réfléchissant de couleur blanche visible à l'avant ;
- l'obligation pour les automobilistes de laisser un espace de 1,50 mètres (au lieu d'un mètre auparavant) pour doubler un cycle en rase campagne.

2.3.2 Des orientations pour plus de considération des usagers vulnérables

La prise en compte des cyclistes en milieu urbain repose sur deux concepts de base : la liberté pour chaque usager de choisir son mode de déplacement et le devoir, pour l'autorité investie du pouvoir de police sur le réseau de voirie, d'y assurer la sécurité des usagers.

La Loi d'orientation des transports intérieurs du 30 décembre 1982 (LOTI) stipule, en effet, que "*le système de transports doit satisfaire les besoins des usagers (...) (et) rendre effectif le droit qu'a tout usager de se déplacer et la liberté d'en choisir les moyens*".

La sécurité des usagers de la voirie, en particulier les plus fragiles (piétons et cyclistes), est d'ailleurs un objectif constant de l'État depuis de nombreuses années. C'est ainsi que la vitesse en agglomération a été réduite (décret du 29 novembre 1990). Les nouvelles dispositions de ce décret favorisent l'usage des vélos sur une plus grande partie du réseau de voiries (zones 30, rues piétonnes, etc.).

2.3.3 Des équipements cyclables imposés par la loi sur l'air

Promouvoir l'usage du vélo en ville est depuis de 1er janvier 1998 une obligation pour les villes de plus de 100 000 habitants en France. L'article 20 de cette loi stipule, en effet, que "*à compter du 1er janvier 1998, à l'occasion des réalisations ou des rénovations de voies urbaines, à l'exception des autoroutes et voiries rapides urbaines, doivent être mis au point des itinéraires cyclables pourvus d'aménagements sous forme de pistes, marquages au sol ou couloirs indépendants, en fonction des besoins et contraintes de la circulation. L'aménagement de ces itinéraires cyclables doit tenir compte des orientations du Plan de déplacements urbains (PDU) lorsqu'il existe*".

En résumé, toute réhabilitation de voirie devra, en agglomération, prendre en compte les besoins des cyclistes.

Les PDU, qui doivent être établis pour les villes ou agglomérations de plus de 100 000 habitants, peuvent être les outils d'une réflexion pour un plus grand usage de la bicyclette. Par exemple, les villes de Nantes, Strasbourg et Rennes, ont fixé un seuil bas de déplacements à vélo comme objectif de leur PDU.

En annexe 1.2, se trouve un commentaire sur la loi sur l'air écrit par Hubert PEIGNÉ, président du Comité de suivi de la politique du vélo.

2.4 Une accidentologie préoccupante

Diverses études françaises et étrangères s'accordent pour montrer que, par rapport à la voiture, le risque d'être gravement blessé ou tué en agglomération est :

- à pied, de 1 à 2 fois plus élevé,
- à bicyclette, de 1,5 à 2 fois plus élevé,
- en cyclomoteur de 15 à 30 fois plus élevé,
- en moto, au moins 50 fois plus élevé.

Ces chiffres montrent qu'il est bien moins dangereux de se déplacer en vélo qu'en cyclomoteur ou à moto. Cela est principalement dû à la faible vitesse de pointe de la bicyclette. Nous pouvons donc tirer la conclusion que les déplacements à vélo doivent être encouragés par rapport aux autres déplacements en deux-roues, qui sont plus dangereux. Cependant, il faut garder à l'esprit que ce ne sont pas les chiffres réels qui incitent ou non les usagers à choisir tel ou tel moyen de transport, mais la perception qu'ils en ont.

Sur les 8 080 morts comptabilisés sur les routes françaises en 1996, seuls 300 d'entre eux, c'est à dire 3,7 % du total, sont des cyclistes.

Les plus de 65 ans sont largement touchés par les accidents à vélo : ils représentent 26 % des cyclistes tués et seulement 15,6 % de la population. Ces usagers ont souvent une vitesse très faible. De plus, ils ont parfois du mal à bien réagir dans un milieu complexe et riche en informations de tous genres (directions, feux, panneaux, autres usagers...). Il en est de même pour les jeunes cyclistes : la classe des 10-19 ans représente 13,5 % de la population et enregistre 19 % des tués en 1997. Ces deux catégories sont les plus vulnérables.

Les statistiques montrent que 80 % des cyclistes sont accidentés en ville. Mais les cyclistes en ville ne représentent que 45 % des tués à vélo. Cela signifie que les accidents urbains sont en général moins graves que ceux à la campagne. Cependant, le nombre d'accidents de vélo en ville freine fortement l'usage de la bicyclette en milieu urbain. En ville plus de la moitié des accidents cyclistes mortels se produisent en carrefour et 30 % ont lieu la nuit. Qui plus est, 80 % des accidents ont lieu entre un cycliste et un véhicule léger.

Les cyclistes représentent 6 % des tués ou des blessés graves en ville alors qu'ils n'effectuent que 2,5 % des déplacements.

Ces derniers résultats montrent bien l'intérêt de soigner particulièrement la sécurité des cyclistes aux carrefours pour relancer la circulation à vélo en ville. Ainsi de nombreux accidents entre cyclistes et véhicules devraient pouvoir être évités de par la réduction de la vitesse des voitures et par une meilleure prise en considération des cyclistes.

2.5 La nécessité d'intervention pour sécuriser les intersections à feux pour les cyclistes

Il est apparu dans les parties précédentes que les français sont loin d'être défavorables à l'usage de la bicyclette pour les déplacements en ville. Cependant, ils sont freinés par le manque d'équipement adéquats et surtout par le manque de sécurité ressenti, notamment en milieu urbain.

Depuis quelques années, les pouvoirs publics se sont dotés d'outils puissants, comme la loi sur l'air, la modification du code de la route, afin de pouvoir développer des réseaux cyclables plus continus et plus sûrs pour les usagers. Ce genre de politique laisse aux villes beaucoup de liberté pour concevoir des aménagements adaptés à leurs caractéristiques. Elle peut permettre la prise en compte des vélos à la fois pour sécuriser le trafic actuel mais aussi pour inciter de nouveaux usagers à se déplacer à vélo. Étant données les faibles distances parcourues, la plupart du temps, par les automobilistes, il est fort envisageable que ces déplacements puissent être faits à vélo. Il ne paraît pas vain de croire que certains automobilistes délaisseront leur véhicule pour le vélo.

Il faut cependant garder à l'esprit que les cyclistes recherchent des itinéraires les plus courts et les plus rapides possibles. En outre, ils souhaitent que leur trajet, et notamment les points les plus dangereux, soient sécurisés. Et les statistiques montrent bien que ce sont les carrefours, et notamment les carrefours à feux, qui sont le théâtre du plus grand nombre d'accidents impliquant des cyclistes. Certes, de nombreux aménagements ont été pensés pour sécuriser le passage des vélos aux feux, mais ils ne sont souvent respectés ni par les vélos, ni par les autres véhicules. Les vélos, en effet, passent souvent lorsque le feu est rouge pour eux parce qu'ils trouvent le temps d'attente trop long. Les voitures, elles, empiètent régulièrement sur les aménagements cyclables. Les cyclistes ressentent donc le besoin d'être intégrés dans la circulation et d'être pris en compte au niveau des feux sans avoir besoin d'appuyer sur un bouton poussoir ou d'utiliser les passages piétons.

3. Les aménagements en faveur des vélos aux carrefours à feux

Lorsque des aménagements existent pour les cyclistes en ville, aussi bien les cyclistes que les autres usagers de la route doivent être conscients du partage de l'espace. Il convient donc de marquer l'espace imparti aux cyclistes et surtout de le rendre suffisamment visible et lisible pour que, d'une part, les automobilistes sachent qu'il y a un aménagement cycliste à proximité à respecter et, d'autre part, ils puissent voir les cyclistes et anticiper leur mouvement.

Les installations en section courante déterminent le type de traitement qui sera fait aux intersections. Il convient donc de décrire, dans un premier temps, leur fonctionnement. Dans un second temps, nous nous attacherons à présenter les aménagements en faveur des vélos aux carrefours à feux. Nous soulignerons en particulier que la prise en compte des vélos dans la gestion du trafic repose à la fois sur le traitement au sol et sur le fonctionnement des feux.

Les descriptions d'aménagements suivantes ont été élaborées à partir des compte-rendus des journées rencontres du club des villes cyclables, du guide des carrefours urbains publié par le CERTU et du guide européen ADONIS.

3.1 En section courante

En section courante, plusieurs dispositifs différents peuvent être utilisés suivant la configuration.

3.1.1 Le parcours séparé

Le trafic cycliste emprunte, sur une voirie secondaire, un itinéraire différent de celui du trafic motorisé qui reste sur la voirie principale. Cela crée des parcours peu commodes pour les cyclistes, à cause des détours qui peuvent leur être imposés, et peu sécurisants si le cheminement séparé est ponctué de carrefours, de stops ou de priorités... Ces difficultés n'apparaîtraient pas si le trafic cycliste utilisait la voie principale. De plus, cette solution ne dispense donc pas de prévoir des aménagements sur la voie principale pour les cyclistes qui n'acceptent pas de perdre du temps. Cette solution est appliquée en France dans le cas où la route principale est bordée de contre-allées.

3.1.2 Les pistes cyclables

La piste cyclable permet de séparer le trafic cycliste du trafic automobile sur le même axe routier. Depuis le 14 septembre 1998, le code de la route n'oblige plus les cyclistes à emprunter les pistes ou bandes cyclables, sauf si elles sont rendues obligatoires par l'autorité investie du pouvoir de police, après avis préfectoral. Leur largeur varie de 1,70 à 2,50 mètres selon l'intensité de leur utilisation et les sens de circulation. Cette solution est avantageuse lorsqu'il n'y a pas d'obstacles (bifurcations, débouchés, voitures garées,...) sur une distance importante (plus de 3 km pour les pistes bidirectionnelles et moins pour les pistes unidirectionnelles) avant d'entrer dans les zones de conflits des carrefours. Dans les zones d'habitation, les pistes n'ont d'intérêt que si elles sont facilement accessibles et les carrefours réglés par des feux. En effet, ces dispositifs sont assez contraignants et peuvent poser des problèmes lors de changement de direction et de voie. L'aménagement des pistes est déconseillé dans les pentes où les cyclistes, y compris les enfants, ont une vitesse suffisante pour

pouvoir s'insérer dans la circulation générale. En outre, il faut être particulièrement vigilant en ce qui concerne l'entretien (nettoyage de la piste). Le dernier inconvénient, de taille, est que la construction de pistes cyclables et leur entretien coûtent cher.

3.1.3 Les bandes cyclables

Pas plus que les pistes cyclables, les bandes cyclables ne sont obligatoires pour les cyclistes. Le terme bande cyclable désigne, sur une chaussée à plusieurs voies, celle réservée aux cyclistes, délimitée par une ligne blanche discontinue. Les dimensions recommandées pour une bande cyclable standard sont comprises entre 1,20 m et 1,50 m. Si la vitesse est limitée à 50 km/h ou si l'espace est réduit, elles peuvent être réduites à 1,30 m voire 1 m. L'avantage de la bande cyclable réside sur le fait que les automobilistes sont plus sensibilisés aux vélos qu'ils voient mieux. De plus, la non-séparation physique ne pose pas de problème pour le nettoyage. En revanche, les cyclistes se sentent peu rassurés car très proches des automobilistes, qui ne respectent pas forcément la bande. En outre, certains confondent volontairement bandes cyclables et espace de stationnement. Ce genre d'installation coûte peu cher et nécessite moins d'espace qu'une piste cyclable. De plus, de nombreuses études ont montré que les bandes cyclables occasionnent moins d'accidents que les pistes car les différents usagers sont plus conscients de leurs positions respectives.

La bande cyclable est aussi souvent utilisée à contresens de la circulation automobile, dans les rues où le trafic local est faible. Cela permet de diminuer les distances pour les cyclistes et d'assurer la continuité du réseau malgré l'instauration des sens uniques. En outre, les automobilistes sont bien plus attentifs aux usagers venant à contresens.

3.1.4 Les voies réservées aux bus et aux vélos

L'expérience montre qu'il est tout à fait possible de faire cohabiter dans le même couloir (de largeur habituelle 3,50 m) bus et vélos. Cependant, autant les cyclistes que les chauffeurs de bus préfèrent que le couloir soit élargi jusqu'à une largeur de 3,80 m voire 4 m pour sécuriser les cyclistes. De plus, cela permet de mailler le réseau et leur assurer la continuité de l'itinéraire. Ce type de solution est particulièrement apprécié dans le cas de couloirs de bus à contresens du flux de véhicules motorisés. Cependant, cela peut constituer une gêne pour les bus si le trafic cycliste devient trop important.

3.1.5 Les aires piétonnes ouvertes aux cyclistes

D'après l'article R1 du code de la route, "*le terme aire piétonne désigne toute emprise affectée de manière temporaire ou permanente à la circulation des piétons et à l'intérieur du périmètre de laquelle la circulation des véhicules est soumise à des prescriptions particulières*".

Il est vite apparu que l'ouverture partielle ou totale (selon arrêté municipal) est une mesure indispensable si l'on veut permettre aux vélos d'accéder au centre-ville et surtout d'étoffer le réseau cyclable. Selon la largeur des rues, les activités riveraines (magasins, terrasses,...), la densité du trafic piéton, la circulation des vélos sera autorisée de façon permanente ou à certaines heures, voire certains jours. Bien sûr, la réglementation de la circulation fera l'objet d'une signalisation adaptée en début de zone. Ce dispositif incite à une circulation calme et modérée si l'aménagement de la voie est suffisamment étudié. Il confère une grande sécurité à la fois aux piétons et aux cyclistes si les deux types d'usagers sont conscients du partage de la voie.

3.2 Les méthodes générales d'aménagements par signalisation horizontale actuellement utilisées en France

3.2.1 Les précautions générales

Pour marquer l'espace cyclable aux carrefours, les gestionnaires utilisent un marquage blanc avec une coloration verte de la surface de la route et donnent aux cyclistes un espace où ils peuvent opérer des changements de direction de façon plus sécurisée.

Pour qu'un aménagement cycliste en carrefour soit le plus sûr possible, il convient de :

- réduire la zone de conflit ;
- réduire les temps de traversée ;
- réduire les rayons de giration.

Les aménagements à préconiser au carrefour dépendent du type d'installation (piste, bande ou autres) qui existe en amont du carrefour. Ainsi, les recommandations ne seront-elles pas les mêmes suivant qu'il s'agit d'une piste cyclable ou d'une bande cyclable.

3.2.2 Les bandes cyclables

3.2.2.1 Les voies automobiles de tourne-à-droite

L'automobiliste doit voir le cycliste avant de tourner. Dans le cas d'une piste cyclable, il faut essayer de traiter les deux flots conflictuels de manière à mettre en valeur la traversée cycliste. Il convient donc d'enlever tout ce qui pourrait gêner la visibilité réciproque des deux types d'usagers, en interdisant, par exemple, le stationnement.

Si le trafic automobile de tourne-à-droite est important et la largeur de la chaussée suffisante, la traversée cycliste peut être améliorée par la création d'une voie de tourne-à-droite. Cependant, il convient de marquer fortement la zone d'entrecroisement entre la voie de tourne-à-droite pour les usagers motorisés et la continuité de la bande cyclable (ou la piste cyclable transformée en bande quelques 20 m avant le carrefour).

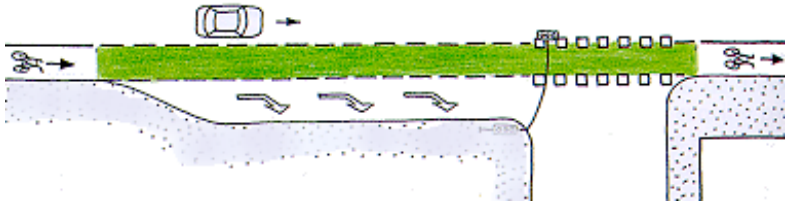


Figure 2 : Voie de tourne-à-droite.

3.2.2.2 Les tourne-à-gauche

Lorsqu'il faut prévoir un espace pour permettre aux cyclistes de pouvoir changer de direction et tourner à gauche, trois possibilités sont envisageables.

- **Le tourne-à-gauche direct**

Cette méthode utilise un couloir de présélection. Le cycliste se déporte progressivement au milieu de la chaussée dans un couloir d'un mètre de large qui se situe entre la voie de tourne-à-gauche spécifique aux véhicules motorisés et la voie allant tout droit.

Il faut cependant savoir que ce genre d'aménagement présente un certain nombre de dangers pour les cyclistes, notamment lorsque la chaussée connaît un fort trafic motorisé. En outre, les automobiles ne respectent pas suffisamment le couloir et peuvent parfois se positionner dessus. Par contre, l'avantage est que les vélos peuvent se positionner pour tourner à gauche, même lorsque le feu est vert, ce qui n'est pas le cas des aménagements à sas.

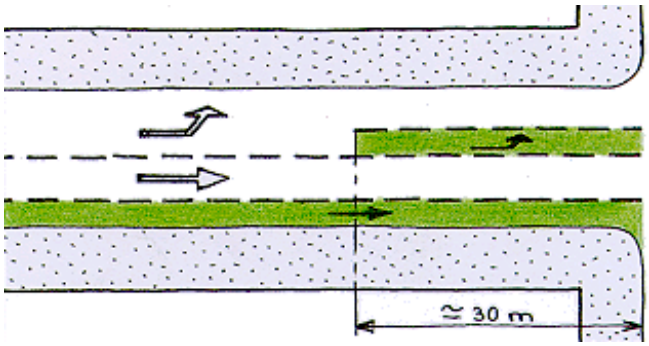


Figure 3 : Couloir de présélection.

- **Le tourne-à-gauche par sas**

Cette méthode est inspirée des aménagements hollandais. Il s'agit de prévoir un espace avancé pour les cyclistes devant les feux et avant le trafic motorisé. La limite de ce système est que les cyclistes ne peuvent entrer dans le sas que lorsque le feu est rouge. De plus, cela pose un certain nombre de problèmes et de dangers en cas de non-respect de la signalisation (c'est à dire lors de passages au feu rouge : soit au début, soit par anticipation de la part d'un cycliste ou d'un véhicule motorisé). De plus, les automobilistes respectent assez peu les sas et attendent le passage du feu sur le sas ou encore, le sas n'est pas suffisamment large pour permettre une intégration naturelle des cyclistes.

Lorsque le gestionnaire décide d'aménager des sas, il doit tenir compte de ces trois recommandations :

- la voie ne doit pas comporter plus de deux files dans le sens concerné par le sas ;
- un refuge doit être installé sur le passage piéton contigu séparant les deux sens de circulation, même si l'autre sens est un couloir bus ;
- la vitesse réelle des véhicules doit être assez faible. On pourra choisir, par exemple, V85[1] inférieure à 50 km/h.

La solution généralement retenue consiste à avancer la ligne d'effet de feux de 5 m pour les vélos.

[1] V85 : Vitesse au dessous de laquelle roulent 85 % des usagers.

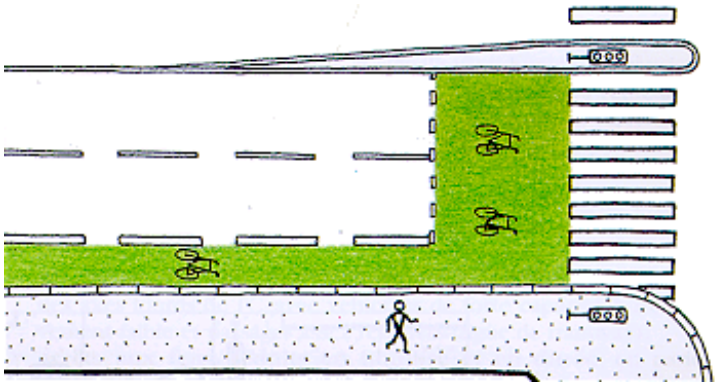


Figure 4 : Sas.

- **Le tourne-à-gauche indirect**

Il s'agit de la méthode la plus sûre lorsque les voies supportent un trafic important. Elle consiste à contourner le centre du carrefour en deux temps :

- lors de la première phase, le cycliste traverse le carrefour en restant sur sa droite et se positionne en tête de la voie sécante ;
- pendant la deuxième phase, il traverse en même temps que le trafic sur la voie sécante, c'est à dire pendant la phase verte de celle-ci. Son autorisation de passer est signalée par un feu de rappel vélo ou intervient lorsque le feu piéton passe au vert.

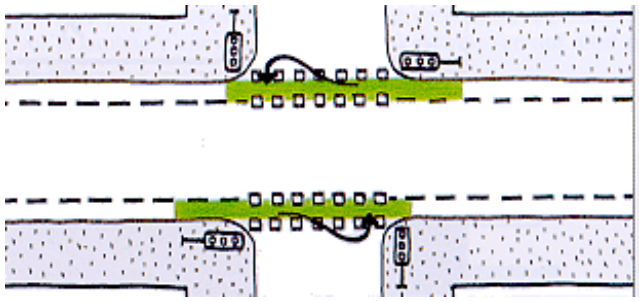


Figure 5 : Tourne-à-gauche indirect avec bande colorée.

Pour que le cycliste puisse tourner, il faut que la ligne d'effet des feux pour les voitures soit en retrait pour laisser suffisamment de place au positionnement du vélo.

3.2.3 L'aménagement des pistes cyclables

3.2.3.1 Les tourne-à-droite

Pour une piste cyclable, deux possibilités sont envisageables. Dans les deux cas, la première opération consiste à interdire le stationnement aux abords (sur une vingtaine de mètres) du carrefour afin que les automobilistes puissent voir les cyclistes.

La première possibilité est de rapprocher la piste cyclable de la chaussée afin de permettre aux deux types d'usagers de mieux se voir et de mieux percevoir les intentions de l'autre. De cette façon, les automobilistes peuvent voir les cyclistes dans leur rétroviseur ou à travers leur vitre latérale. Partant du même principe, de nombreux aménageurs décident de transformer la piste cyclable en bande

cyclable une vingtaine de mètres avant le carrefour. Elle est alors traitée comme expliqué précédemment avec une coloration verte pour bien attirer l'attention des automobilistes.

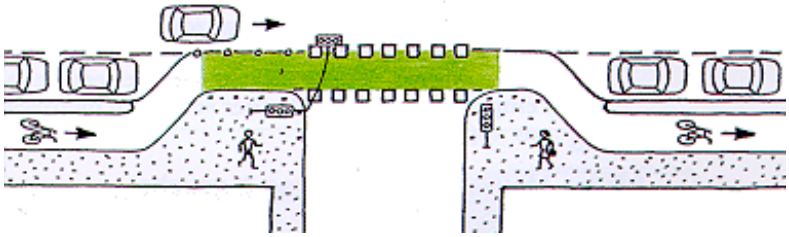


Figure 6 : Rapprochement de la piste.

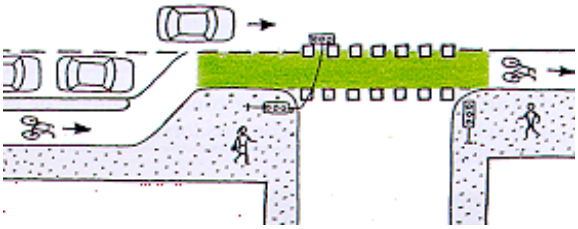


Figure 7 : Transformation de la piste en bande vingt mètres avant le carrefour.

Le deuxième traitement possible des pistes cyclables aux carrefours consiste, au contraire, à éloigner la piste de la chaussée. L'idée est de permettre aux automobilistes ayant tourné de voir les cyclistes qui traversent. Cela nécessite certaines précautions :

- une bonne visualisation de la traversée : tiretés blancs et coloration verte ;
- un refuge sur le passage piéton contigu ;
- un rappel du feu tricolore pour l'automobiliste avant la traversée de la piste (à droite et à gauche du refuge) ;
- un feu tricolore en débouché de piste pour les cyclistes ayant la même phase que la voie longée ;
- si la voie sécante supporte peu de trafic, il est possible d'aménager un plateau surélevé au niveau de la traversée de la piste cyclable.

Cette dernière solution ne peut être appliquée que dans des cas particuliers de trafic peu dense, mais reste dangereuse pour les cyclistes, si toutes les précautions ne sont pas prises. C'est pourquoi, le rapprochement de la piste cyclable de la chaussée ou sa transformation en bande cyclable sont les aménagements conseillés. Il faut cependant ne pas omettre d'empêcher le stationnement avant le carrefour.

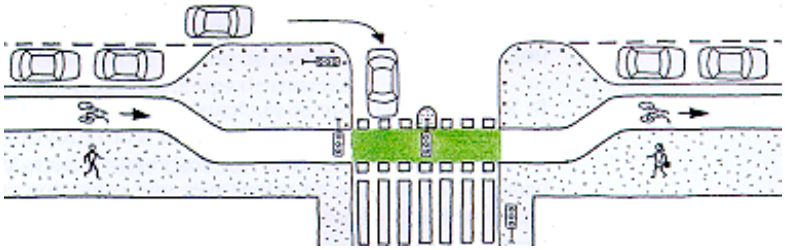


Figure 8 : Éloignement de la piste cyclable.

L'inconvénient de ce dispositif est que les automobiles tournant à droite rencontrent deux feux.

3.2.3.2 Les tourne-à-gauche

Pour une piste cyclable, seuls les systèmes de sas et de tourne-à-gauche indirect sont applicables. Cependant, pour pouvoir aménager un sas, il faut arrêter la piste cyclable environ 20 mètres avant le carrefour et la transformer en bande ou la faire arriver directement dans le sas.

3.2.4 Les différentes expérimentations européennes

Un projet de recherche européen, ADONIS, a permis de recenser différents aménagements en Europe pour faciliter la circulation des piétons et des cyclistes dans le but avoué de permettre la substitution des trajets de petite distance effectués en voiture. Certains de ces aménagements, comme les sas, existent aussi en France, d'autres non. Les exemples donnés ci-après ne sont que rarement utilisés en France

3.2.4.1 La bande cyclable intercalée entre deux voies automobiles

Au Danemark, la priorité est de réduire les risques d'accidents entre les cyclistes voulant aller tout droit et les automobilistes tournant à droite. Pour cela, certaines villes ont instauré un nouveau dispositif : installer la bande cyclable entre la voie de tourne-à-droite et les autres voies dans les intersections avec beaucoup de trafic tournant. Pour plus de sécurité, la bande est peinte en bleu ou entourée de marquage blanc et des sigles vélos sont dessinés.

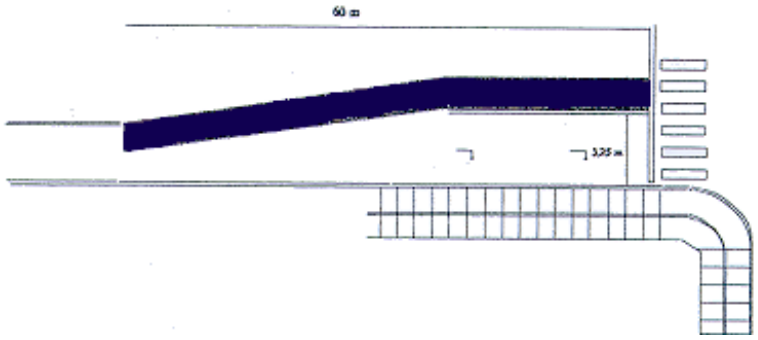


Figure 9 : Schéma du dispositif.

3.2.4.2 La possibilité de tourner à droite pendant le feu rouge pour les cyclistes

De nombreuses villes hollandaises autorisent les cyclistes à tourner à droite alors que le feu est rouge. L'autorisation de tourner doit être indiquée par un panonceau "tourne-à-droite autorisé pour les cyclistes" seul ou accompagné par un feu qui s'allume lorsque le signal tricolore passe au rouge.

Deux cas sont possibles :

- soit les cyclistes sont tenus à l'écart du système de signalisation ;
- soit ils sont autorisés à tourner bien que faisant face à un feu tricolore rouge.

En principe, les cyclistes tournant à droite pendant le feu rouge doivent la priorité au trafic venant de la gauche, aux usagers voulant tourner à gauche et aux piétons qui traversent.

3.2.4.3 Les tunnels pour les cyclistes aux intersections à trafic important

Ces dispositifs sont construits en Belgique, en Flandres. Les villes n'aiment pas avoir recours à ces tunnels sauf dans des cas exceptionnels où une forte circulation cycliste coupe un axe routier important. L'avantage des tunnels par rapport aux ponts est qu'ils nécessitent moins de différence de niveau : les cyclistes ont besoin de moins de hauteur que les poids lourds, par exemple. Il faut cependant faire attention à l'insécurité : l'intérieur du tunnel doit être visible de l'extérieur.

3.2.4.4 La ligne d'arrêt avancée pour les cyclistes

Un aménagement installé à Copenhague concerne les pistes cyclables. L'idée est que la ligne de feux pour les cyclistes s'arrête 5 mètres après celle pour les automobilistes. Ainsi les automobilistes qui veulent tourner à droite peuvent mieux voir les vélos qui continuent tout droit. Ce dispositif s'apparente aux sas, à ceci près qu'il ne permet pas aux automobilistes de prévoir le mouvement de tourne-à-gauche des cyclistes.

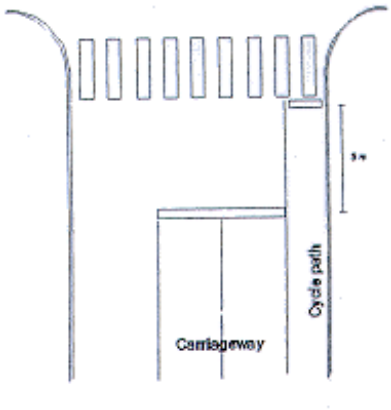


Figure 10 : Schéma d'une ligne de feu avancée.

3.3 Le rôle du fonctionnement des cycles de feux pour sécuriser les traversées cyclistes

3.3.1 Une réglementation très timide pour les vélos

Le fonctionnement des carrefours à feux est réglementé et les dispositifs employés doivent être conformes à cette réglementation (sixième partie du livre 1 de la signalisation routière, intitulée "feux de circulation permanents"). Elle fixe des règles de fonctionnement pour les feux qui devront être rendus conformes à la réglementation en 2001.

Plusieurs types de fonctionnements existent, en France et à l'étranger, pour rendre plus sûre la traversée des vélos aux feux en agglomération. Cependant, ils ne peuvent être appliqués en France que s'ils respectent cette réglementation. Concernant les cycles, la réglementation est très discrète.

Pour les carrefours à feux, la réglementation impose que tous les courants de véhicules conflictuels doivent être équipés de signaux tricolores. Cela coupe cours aux revendications de certaines associations qui demandent que les cyclistes bénéficient de cédez-le-passage au lieu de feux qu'ils ne respectent pas.

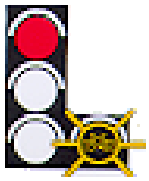
3.3.1.1 Les temps de feux

Pour les vélos, deux types de signaux spécifiques existent : ce sont les signaux tricolores modaux (R 13 c) et les signaux d'anticipation modaux (R 15 c). Ces feux sont des feux à figurines représentant un vélo. Une étude est en cours actuellement pour modifier les feux modaux pour les vélos et les rendre plus visibles.



R 13 c

Figure 11 : Signal tricolore modal.



R 15 c

Figure 12 : Signal tricolore d'anticipation modal.

Suivant le cas, différentes durées de phases sont possibles :

- pour les feux tricolores, la durée minimale du vert est de six secondes, la durée de jaune fixe dure obligatoirement trois secondes en agglomération ;
- pour les feux modaux d'anticipation, le mode de fonctionnement est le même que celui des signaux tricolores associés : le signal est éteint pendant toute la durée du vert et du jaune fixe du signal associé, il s'allume pendant le rouge du signal associé et s'éteint à l'instant du passage au vert.
- le temps de dégagement permet à un véhicule engagé à la dernière seconde du jaune fixe, ou à un piéton engagé à la dernière seconde de vert, d'avoir dégagé la zone de conflit à temps. Les vitesses généralement admises pour le calcul de ces temps sont de 10 m/s pour les véhicules à moteur et de 1 m/s pour les piétons. Aucune règle précise n'existe pour les vélos.

Dans tous les cas, le temps d'attente des usagers ne doit jamais excéder cent vingt secondes en fonctionnement normal.

3.3.1.2 L'implantation et le mode de fonctionnement des signaux tricolores modaux.

Ce dispositif est réglementé par l'article 100-3.

Ces signaux tricolores sont installés pour admettre en phase spéciale les vélos dans un carrefour.

Le signal modal doit être placé sur le même support et à même hauteur que le signal destiné aux autres usagers. Si la voie réservée est la plus à gauche du couloir de circulation, le signal modal est placé de préférence immédiatement à sa gauche. Exception est faite pour les signaux tricolores modaux pour les cyclistes qui peuvent être de taille réduite et implantés à faible hauteur, auquel cas, ils ne sont pas répétés.

3.3.2 Les temps de feux rallongés

La réglementation n'impose pas de temps de dégagement pour les vélos. Mais, dans les calculs, les gestionnaires doivent appliquer des vitesses de 10 m/s pour les véhicules motorisés. Cela permet aux véhicules qui se sont engagés dans le carrefour juste avant le changement de feu de traverser sans rencontrer de mouvement conflictuel. Mais, les temps de dégagement ainsi calculés ne sont pas toujours suffisants pour que les cyclistes puissent traverser le carrefour avant le début de la phase

verte du mouvement transversal. C'est pourquoi, certains gestionnaires ont décidé de réduire la vitesse considérée pour les calculs de 10 m/s à 5 voire 3 m/s. Ces vitesses sont proches de la vitesse réelle de la plupart des cyclistes qui ne partent pas à l'arrêt.

Les temps de feux rallongés sont utilisés dans le cas de bandes cyclables ou de pistes cyclables ayant les mêmes phases de feux que les couloirs destinés aux véhicules motorisés, ou tout simplement aux endroits où les cyclistes sont intégrés dans le flot de véhicules.

La méthode la plus simple employée par les gestionnaires est de rajouter systématiquement un temps de dégagement calculé pour les cyclistes, qu'il y ait des cyclistes susceptibles d'être présents ou non. C'est le cas de la Communauté urbaine de Lyon, qui, depuis le 1er janvier 1999, rajoute des temps de dégagement vélo fondés sur des vitesses de 5 m/s sur les nouveaux aménagements, c'est à dire les endroits où débouchent de nouveaux aménagements cyclables ou sur des carrefours rénovés. Pourtant, ce rajout systématique n'est pas sans poser de problèmes. Cela réduit la capacité de l'écoulement de l'intersection et peut inciter les automobilistes à "griller" les feux et à nuire à la sécurité. Quelle est alors la crédibilité d'un tel système lorsque le carrefour n'est emprunté par les cyclistes qu'à certaines heures ?

Ces inconvénients pourraient être réduits si les cyclistes étaient détectés avant leur arrivée à l'intersection. Le temps de dégagement rallongé serait mis en place uniquement dans le cas où des vélos seraient susceptibles d'en bénéficier. Cela nécessite de pouvoir prendre en compte les vélos quelques dizaines de mètres avant le carrefour et de savoir quand ils se présentent au feu.

En outre, un inconvénient de ce système employé seul est que les cyclistes ne sont pas avantagés au démarrage et sont donc au niveau des voitures. Nombreux sont ceux qui se plaignent de ne pas pouvoir anticiper le changement de direction et de devoir respirer les gaz d'échappement des véhicules.

3.3.3 Les feux spécifiques pour un départ anticipé des vélos

Ces signaux tricolores spécifiques sont ceux recommandés par la réglementation : ce sont des feux à figurines qui sont placés soit au bord d'une piste cyclable soit accolés aux signaux tricolores circulaires dans le cas d'une bande cyclable.

Ces signaux permettent de donner plus de liberté aux vélos suivant leur mode de fonctionnement. Dans un premier cas, ils peuvent donner l'autorisation aux cyclistes de tourner à droite, par exemple, si le mouvement transversal le permet. Cela évite aux cyclistes de perdre du temps alors que le mouvement qu'ils souhaitent effectuer est sans danger. Dans un deuxième cas, ces feux sont utilisés dans le but de faire partir les cyclistes quelques secondes avant le flot de véhicules motorisés et leur permettre de traverser en toute sécurité l'intersection. En outre, le démarrage est d'autant plus confortable pour les cyclistes que les fumées des véhicules démarrant leur sont épargnées.

Pourtant, cela pose un certain nombre de problèmes. Plus dans le cas de bandes cyclables que dans le cas de pistes, les automobilistes sont fortement tentés de démarrer en même temps que les cyclistes. Car si le feu cycliste est vert, cela signifie qu'ils peuvent traverser sans rencontrer de mouvement transversal. Se pose toujours le problème de réduction de capacité du carrefour si les feux vélo se déclenchent systématiquement ou suivant la détection.

3.3.4 Le fonctionnement des feux en rouge permanent pour les véhicules motorisés

Plusieurs villes françaises, le plus souvent de taille moyenne, ont adopté ce mode de fonctionnement des feux. Tous les signaux lumineux d'une même intersection sont au rouge quand il n'y a pas de véhicules. Les véhicules arrivant, que ce soit les voitures, bus ou vélos, sont détectés et obtiennent le vert avant leur passage aux feux, si bien sûr il n'y a pas de mouvement contradictoire.

Ce mode de fonctionnement peut aussi permettre de privilégier les déplacements à vélo : nous pouvons envisager le cas où, comme cela est fait à Valence, certaines traversées pour les pistes cyclables sont en permanence au vert. Tant qu'il n'y a pas de véhicules sur les voies principales arrivant au niveau de l'intersection, les vélos peuvent passer sans s'arrêter. Si un véhicule approche, alors les systèmes de détection permettent de faire passer celui du vélo ou du véhicule motorisé qui a été détecté le premier, en accord avec la politique du gestionnaire et du mode de transport qu'il souhaite privilégier.

Ce système peut être aussi employé dans les carrefours à faible trafic sans installer de détecteurs pour les vélos. Il fonctionne alors par "**non-détection"** : si aucun véhicule n'est en approche du carrefour, le vélo passe sans s'arrêter. Ce type de carrefour doit cependant être muni de systèmes, même simples, par exemple un bouton poussoir, pour que les vélos ne restent pas coincés trop longtemps si des véhicules arrivent trop souvent.

3.3.5 Les phases spéciales pour les vélos dans toutes les directions

Il s'agit de donner aux vélos venant de toutes les directions un temps de vert commun : cela signifie que tous les feux véhicules sont au rouge alors que les feux spécifiques aux vélos sont verts en même temps y compris pour les mouvements contradictoires.

Cette méthode n'est, pour le moment, pas employée en France. La réglementation préconise d'équiper tous les courants de véhicules conflictuels de signaux tricolores. Ce n'est certainement pas pour autoriser des véhicules ayant des mouvements conflictuels, qu'ils soient motorisés ou non, à passer simultanément.

Ce principe est mis en œuvre aux Pays-Bas, à Delft et Enschede ou au Danemark, à Nakskov.

Les cyclistes venant de toutes les directions sont autorisés à passer simultanément et en dehors des phases réservées aux véhicules motorisés. Cela a l'avantage de réduire considérablement les temps d'attente pour les cyclistes et, comme il n'y a qu'une seule phase pour les vélos, la réduction de capacité du carrefour est atténuée. Cependant, il convient de diffuser convenablement l'information pour que les cyclistes ne soient pas perturbés par d'autres venant de directions différentes. De même, les automobilistes ne doivent pas passer parce qu'ils voient traverser les cyclistes venant de la même direction qu'eux.

3.4 L'utilité des détecteurs selon différentes configurations

3.4.1 Pourquoi des systèmes de détection ?

Pour pouvoir gérer en microrégulation certains carrefours, il faut être capable de savoir quand les usagers arrivent au carrefour et suivant la politique adoptée, pouvoir faire la distinction entre les

différents types d'usagers. Car il est impossible de pouvoir agir en temps réel sur les phases si le système de contrôle des feux ne reçoit pas ces informations.

Aux intersections munies de systèmes de contrôle sensibles au trafic, le nombre de véhicules arrivant détermine la durée du vert dans les limites autorisées. Ce système est particulièrement intéressant dans les situations où le trafic arrive de façon aléatoire, c'est à dire dans la plupart des cas, lorsqu'il n'y a pas d'autres feux à proximité qui pourrait envoyer les véhicules en pelotons. L'avantage de ce système est que la phase de vert est adaptée aux besoins. Cela permet, en principe, qu'aucun usager ne soit arrêté au feu, à moins qu'il n'y ait un mouvement conflictuel dans une autre direction. Les cyclistes doivent être détectés de la même manière que les autres usagers, qu'ils soient dans le même couloir de circulation (bande ou non) ou pas (piste). Une fois détectés, le plus souvent grâce à des boucles électromagnétiques sensibles, leur présence est intégrée dans les systèmes de gestion des feux et peut être traitée de différentes façons.

Ces systèmes de détection de vélos trouvent leur utilité dans différentes configurations.

3.4.2 Dans les carrefours avec une phase de repos

Il s'agit de carrefours dont le contrôleur n'est pas régi par un poste central. Ils ont un fonctionnement autonome au sens où leurs phases ne sont pas liées avec celles de carrefours voisins.

Deux types de fonctionnement traditionnels pénalisent les vélos à ces carrefours :

- les deux branches du carrefour sont d'égale importance et le carrefour fonctionne en rouge intégral : cela signifie que le feu est rouge sur toutes les branches et le signal passe au vert lors de l'arrivée d'un véhicule. Celui-ci est généralement détecté par une boucle électromagnétique. Or, toutes les bicyclettes ne sont pas détectées par les boucles classiques. Le cycliste qui arrive à ce genre de carrefour a donc deux possibilités : soit attendre qu'un véhicule motorisé arrive et déclenche le feu, soit passer au rouge. Dans les faits, nous constatons que c'est souvent la seconde solution qui est pratiquée ;
- le carrefour est le croisement entre une route secondaire avec un détecteur et une route principale dont les feux sont au vert en permanence. Le détecteur sert aussi à déclencher le feu à l'arrivée d'un véhicule sur la voie secondaire mais n'est pas efficace pour les vélos.

Dans les deux cas, il convient de pouvoir détecter toute présence de vélos aux feux. En effet, la réglementation sur les carrefours à feux spécifie bien qu'aucun usager ne doit attendre plus de 120 secondes aux feux. Les carrefours non conformes à cette réglementation devront être modifiés d'ici 2001 pour que les vélos soient à égalité avec les autres véhicules.

3.4.3 Dans un ensemble de carrefours à feux réglé en onde verte

En agglomération, certains feux sont réglés en onde verte. Il s'agit de permettre aux véhicules de passer une série de feux sans s'arrêter, à la condition de rouler à une vitesse déterminée, entre 30 ou 50 km/h.

Les cyclistes ont une vitesse beaucoup plus faible et de ce fait se retrouvent arrêtés à chaque feu. Cela les incite à ne pas respecter les feux et renforce l'insécurité de leur traversée. Si un système est mis en place pour prendre en compte leur présence, il est envisageable de calculer une onde verte qui soit adaptée à la fois aux véhicules à moteur et aux vélos. Les voitures pourraient passer aux feux

successifs sans arrêt, alors que les vélos, plus lents, arriveraient au feu successif au vert du cycle suivant celui rencontré par les voitures.

Cela nécessite néanmoins que la section soit suffisamment longue pour que les durées de trajets des voitures et des vélos soient proportionnelles. En outre, le panel de vitesses des cyclistes est très large suivant que le cycliste est jeune et sportif, possède un engin perfectionné, ou bien est plus âgé, peu habitué à ce genre de déplacement... C'est pourquoi, il paraît difficile de trouver un fonctionnement qui satisferait tout le monde.

Ici, les détecteurs serviraient à vérifier la position des vélos et à adapter, le plus possible, l'onde verte aux cyclistes et aux voitures.

Nous avons considéré un exemple simple pour mettre en pratique cette idée dans la configuration suivante :

- une vitesse des véhicules motorisés de 45 km/h (v_{auto}), vitesse que nous allons donc prendre comme vitesse de l'onde ;
- une vitesse des cyclistes de 5 m/s ($v_{vélo}$) ;
- un cycle de feu (c) court de 60 s avec une durée de vert (t_{vert}) de 20 s.

Nous avons cherché la distance (d) entre deux feux pour que l'automobiliste et le cycliste partant en même temps au début du vert du premier feu puissent passer au vert sans s'arrêter au deuxième feu. Le deuxième feu passe au vert juste à l'arrivée de l'automobiliste, alors que le cycliste arrive après un cycle pendant la durée de vert :

$$c + d / v_{auto} \leq d/v_{vélo} \leq c+d / v_{auto} + t_{vert}$$

Cette équation donne une distance inter-feux comprise entre 500 et 670 m. Il est évident que cette distance est trop grande pour une implantation en site urbain. Bien que l'onde verte soit un handicap pour les cyclistes, il semble difficile de pouvoir l'adapter pour deux types d'utilisateurs ayant des vitesses aussi différentes.

Si on augmente la durée du cycle de feu, par exemple à 70 s, la distance inter-feux croit encore, ce qui est d'autant moins probable en ville.

3.4.4 Dans le cas d'un couloir bus et vélos

Dans de nombreuses villes, les vélos ont le droit, par arrêté municipal, d'emprunter les voies réservées aux bus. Or, de plus en plus, ces voies sont équipées de systèmes de détection (boucles, caméra ou système émetteur-récepteur embarqué dans le bus) qui permettent aux transports en commun de franchir prioritairement les intersections. Bien entendu, les systèmes embarqués n'offrent pas encore d'alternative aux deux-roues : ils leur est impossible d'en posséder parce que trop chers, ou trop volumineux. Et surtout parce qu'ils ne sont pas disponibles sur le marché pour le public.

Cependant, il semble intéressant de pouvoir offrir aux cyclistes cette possibilité de profiter des temps de vert anticipés ou rallongés.

3.4.5 Dans le cas de circulation cycliste en site propre

3.4.5.1 Pour la piste cyclable avec feu à fonctionnement séparé des feux automobiles

Ce cas est très semblable au précédent où les vélos partagent un espace avec les bus. Pour pouvoir déclencher le feu spécifique à la demande, il est nécessaire que le vélo soit détecté, de préférence automatiquement et en amont. Cela minimise les temps d'attente : les feux ont plus de chances d'être respectés par les cyclistes. Là encore, les systèmes de détection automatique peuvent être utilisés. Leur efficacité peut être renforcée si le cycliste sait que son appel a été enregistré, par un signal clignotant par exemple.

3.4.5.2 Pour la piste cyclable débouchant sur un sas ou bande cyclable

Là encore, pour pouvoir appliquer les différents fonctionnements de feux décrits dans le paragraphe précédent, il est indispensable que le contrôleur soit averti de la présence des cyclistes à proximité de l'intersection. Si la politique de la ville est d'encourager les déplacements à deux-roues, ceux-ci doivent être facilités le plus possible, à défaut d'avoir la priorité aux feux.

4. Les différentes expériences en France et à l'étranger

Après une étude théorique des aménagements cyclables dans les parties 2 et 3, nous nous intéressons maintenant aux aménagements mis en place pour faciliter et sécuriser les traversées cyclistes aux carrefours à feux.

4.1 Les sites non visités

Plusieurs villes ayant répondu positivement au questionnaire[2] quant à leur utilisation des systèmes de détection automatique des vélos ont été recontactées par téléphone. Il s'avère que, dans la plupart des cas, les systèmes utilisés sont des boucles électromagnétiques classiques équipées de détecteurs sensibles. Leur efficacité n'est pas optimale et le plus souvent, elles sont doublées de boutons poussoirs.

4.2 La ville de Valence

4.2.1 Une politique des transports à vélo volontariste

La ville de Valence est dotée d'un schéma directeur vélo. La politique suivie par la ville de Valence a pour origine la volonté de réduire l'espace consacré à l'automobile. Elle entend valoriser l'espace public en mettant l'accent sur les transports publics et l'utilisation du vélo.

Les aménagements cyclables couvrent environ cinquante kilomètres. Ils n'utilisent les couloirs réservés aux bus que rarement. Si c'est le cas, les couloirs sont élargis à 4,50 m.

[2] Voir partie 5 sur l'évaluation des besoins des usagers et des exploitants.

La ville n'a pas prévu de traitement typique pour l'intégration des cyclistes aux carrefours. Aussi bien les marquages au sol, les feux avec sas que les feux différenciés existent dans la ville.

4.2.2 Le traitement des carrefours à feux

Les soixante carrefours à feux de la ville ne bénéficient pas du même traitement :

- carrefours de la rocade et 30 carrefours des boulevards de la ville ont des cycles de feux à temps fixes et différents plans de feux selon les heures de la journée ;
- carrefours à feux fonctionnent à la demande sur le principe du rouge intégral. Cela signifie que tous les feux sont rouges quand il n'y a pas de trafic. Les véhicules sont détectés par des boucles électromagnétiques ou des radars à effet Doppler

Les carrefours sont équipés de systèmes de détection ayant des fonctions différentes :

- la présence des véhicules en pied de feu est détectée par des boucles trapézoïdales inclinées à 45 ° pour plus d'efficacité. Leur rôle est d'appeler le feu quand les véhicules sont arrêtés au niveau de la ligne de feu. La ville envisage de tester des radars à effet optique pour remplacer ces boucles ;
- des boucles électromagnétiques longues ou des radars à effet Doppler permettent le déclenchement des feux lorsque les véhicules approchent. Ils prolongent aussi la durée de vert, afin que tous les véhicules arrivant en peloton puissent passer, si cela est possible. Ces boucles sont longues de 30 m et sont situées à 40 m de la ligne de feu. Les radars à effet Doppler sont testés sur certains carrefours pour remplacer les boucles. Ils détectent tout mouvement effectué à une vitesse supérieure à 8 km/h. Ces dispositifs couplés avec le rouge intégral garantissent des vitesses d'approche des feux faibles : en ralentissant, les automobilistes savent qu'ils peuvent passer le carrefour sans s'arrêter. Cela, bien sûr, ne s'applique que s'il n'y a pas de mouvement transversal détecté auparavant. Car ce système fonctionne selon le principe du "premier arrivé, premier servi".

4.2.3 Le traitement spécifique des vélos aux carrefours à feux

Les carrefours de grandes dimensions de la rocade ou sur les boulevards posaient problème aux cyclistes. Le temps minimum pour la traversée était dimensionné pour les véhicules à moteur : le temps de vert minimum était de 10 s. Cela est très insuffisant pour les vélos. Actuellement, les cyclistes qui empruntent les pistes cyclables ont des feux spécifiques aux carrefours. Le temps de feux est calculé pour eux sur la base des vitesses de 5 ou 6 m/s.

Aux carrefours isolés, c'est à dire ceux qui ne sont pas reliés au poste central de régulation, les cyclistes sont gérés à la demande. Ils doivent actionner un bouton poussoir pour être pris en compte. Des panonceaux sont installés pour attirer leur attention sur ce fait.



Figure 13 : Carrefour Roosevelt-Forêt.

Plusieurs carrefours, comme le carrefour Roosevelt-Forêt, sont performants pour la prise en compte des vélos. Ils ne fonctionnent pas par détection des vélos, mais par non-détection des autres véhicules. En effet, tous les feux sont rouges sauf pour les mouvements de tourne-à-droite sur la piste cyclable. Le feu modal cycliste est vert dès lors qu'il n'y a pas d'autres véhicules que les vélos sur le carrefour. Pour les autres mouvements, les cyclistes doivent actionner un bouton poussoir : leur compteur d'ancienneté est incrémenté deux fois plus vite que celui des autres véhicules.

La sensibilité de ces boucles est réglée très finement pour pouvoir détecter les vélos qui passent sur le bord de la chaussée, sans que cela semble poser de problèmes. Si les vélos roulent sur une piste cyclable, la boucle se prolonge sur la piste en passant sous le séparateur de voies. S'il s'agit d'une bande cyclable, la boucle s'arrête à 30 cm du bord de la chaussée. C'est suffisant d'après les techniciens pour détecter les vélos, bien qu'aucune campagne de mesures n'ait été pratiquée. Ce système permet juste d'enregistrer une présence mais en aucun cas de distinguer les différents types d'usagers.

Sur certains carrefours en T, comme le carrefour entre l'avenue des Baumes et la rue Bérenger, un dispositif différent est mis en place. La route secondaire est équipée de feux surmontés d'un radar à effet Doppler et aussi d'un sas pour les deux roues. Tous les appels, que ce soit les véhicules motorisés ou les bicyclettes, sont détectés, à condition toutefois de se déplacer avec une vitesse supérieure à 8 km/h. De plus, la détection par radar est doublée par la présence d'une boucle électromagnétique en pied de feu. L'inconvénient de ce type d'installation est que le radar peut enregistrer des appels parasites : des problèmes sont apparus lorsque le vent agitait une branche d'arbre dans le faisceau du radar. Il arrive parfois aussi que le radar perde sa position optimale de détection : au cours du temps, il peut, à cause des vibrations dans le support, se déplacer ou tourner légèrement et détecter des mouvements sur le bas-côté par exemple. Les joggers, par exemple, sont détectés par ce système s'ils sont sur la chaussée : ils ont en effet une vitesse suffisante. En revanche, le centre de traitement est capable de faire la différence entre les sens de déplacements.



Figure 14 : Sas cyclable et radar à effet Doppler.

La municipalité n'a pas pu faire d'études pour savoir les effets de l'installation de ces systèmes sur le trafic, les temps de parcours ou la sécurité. Néanmoins une association de cyclistes très active, REVV (Roulons en ville à vélo), n'a pas donné de retours négatifs vis à vis de ces systèmes.

4.3 La ville de Paris

4.3.1 La politique de la ville de Paris sur les vélos

La ville de Paris est en train d'élaborer un plan des déplacements urbains incluant les transports à vélos conformément à la nouvelle loi sur l'air. L'objectif de la municipalité est de dessiner un espace public mieux partagé entre tous les moyens de transport, tant individuels que collectifs.

Les aménagements cyclables couvrent 127 kilomètres, mais ne forment pas un réseau maillé.

4.3.2 Le traitement des cyclistes aux intersections

Plusieurs types d'aménagements sont employés pour permettre la traversée cycliste des carrefours à feux :

- sas,
- feux spécifiques,
- couloirs de préselection,
- détection automatique des cyclistes.

Lorsque le carrefour n'est pas équipé de feux de signalisation tricolores, la piste est interrompue et le cycliste est réintroduit dans la circulation générale.

Pour privilégier les traversées cyclistes par rapport au trafic automobile, la municipalité de Paris envisage de modifier les temps de sécurité des feux. En effet, des feux vélos R 13 c (phase spécifique ou décalée) sont installés dès que la traversée de l'intersection est jugée dangereuse pour les cyclistes.

Dans la ville de paris, plusieurs cas de figures de prise en compte des vélos aux intersections existent :

- lorsque la circulation à vélo est importante à des moments précis de la journée ou de l'année et que les gestionnaires ont jugé bon de définir des phases de vert pour les cyclistes ;

- lorsque la circulation cycliste se fait dans des contre-allées et que le feu vert ne leur est accordé que si leur présence est détectée ;
- pour protéger la continuité d'un réseau cyclable dans le cas d'une forte circulation automobile que doit couper le cycliste.

4.3.3 Le carrefour du quai Branly

Le carrefour où sont expérimentés les systèmes de détection spécifiques pour les vélos se situe quai Branly au croisement de la voie sur berge sur la rive gauche et de la piste cyclable longeant la berge. À cet endroit, les systèmes de détection ont été installés à cause d'une forte demande piétonne et cycliste toute l'année. Les appels piétons sont enregistrés grâce à des boutons poussoirs et la piste cyclable qui coupe la voie sur berge environ cent mètres plus loin est équipée des détecteurs pour les vélos. Si un piéton ou un cycliste demande à passer, les deux feux reçoivent le même ordre mais le moment de déclenchement est antérieur pour le passage piéton. Le temps de parcours de l'intersection est calculé pour la vitesse des piétons, à savoir 1 m/s, et est sécuritaire pour les cyclistes. Le schéma des lieux et le plan des feux sont fournis en annexe 2.3.

L'installation de détection automatique pour les cyclistes est la suivante :

- un capteur magnétique de marque MAGSYS placé 100 m avant le feu ;
- une boucle électromagnétique sensible constituée de 4 rectangles de 4 spires en pied de feux ;
- un bouton poussoir sur le support des feux mais il doit être enlevé.

Le capteur a été placé 100 m avant le feu de façon à ce que les cyclistes arrivant à une allure assez rapide (22 km/h) trouvent le feu vert en arrivant au carrefour. Les gestionnaires ont choisi cette vitesse de 22 km/h en tenant compte de la configuration du terrain : ligne droite en légère descente, parcours sans intersection proche en amont, en dehors du centre. Les cyclistes qui l'empruntent sont des habitués.

Étant donné le fort flux piéton, il a d'abord été envisagé de ne déclencher ces feux que par pression sur bouton poussoir d'un piéton. Puis les gestionnaires se sont rendu compte que par temps pluvieux ou en hiver il n'y avait pratiquement pas de passage de piéton alors que quelques cyclistes circulaient quand même. De même, ces flux, très ponctuels (pas le soir, ni aux heures de pointe, ni par temps pluvieux), ne permettaient pas de prévoir une phase permanente pour les piétons et cyclistes car le risque est que ce feu perde sa crédibilité auprès des automobilistes. Il était, de plus, important pour les gestionnaires de rendre crédible la politique de déplacements à vélo et de prendre en compte cet axe cyclable.

Le fonctionnement de ce système est simple : le cycliste qui arrive sur la piste cyclable est détecté par déclenchement du capteur situé à 100 m du feu. Le temps qu'il parcourt ces cent mètres le feu modal cycliste passe au vert. La durée de vert est de 16 s. Par contre si un piéton ou un cycliste a déclenché le feu peu de temps auparavant, le cycliste trouve le feu rouge à son arrivée, le temps pour les automobiles sur la voie sur berge de voir leur phase minimale de vert. Dans ce cas, le contrôleur sait que le cycliste est présent grâce aux boucles en pied de feu. Cela permet aussi de détecter les cyclistes qui n'auraient rejoint la piste cyclable qu'après le capteur en amont.

Le capteur MAGSYS a été installé après avoir été testé par les laboratoires de la ville de Paris. L'installation comporte deux capteurs introduits dans une gaine en aluminium. Ces capteurs enregistrent les ondes magnétiques dans les trois directions : horizontale, verticale et latérale. C'est un

avantage pour détecter les deux roues qui sont tout en hauteur par rapport à la route. Cependant, le premier problème rencontré a été que ces capteurs étaient sensibles au passage souterrain du RER. La seconde difficulté a été de bien positionner les capteurs par rapport au passage des vélos et l'un par rapport à l'autre pour atteindre le niveau de détection souhaité. Cela a demandé de nombreux essais et cette installation est beaucoup plus longue et initialement moins précise que celle d'une boucle. Un logiciel de calcul est nécessaire pour parvenir à installer au bon endroit les capteurs. Les premiers essais montraient un taux de détection des vélos de 80 %, après de nombreux essais et tâtonnements, il est aujourd'hui de 95 %, c'est à dire équivalent à celui d'une boucle.



Figure 15 : Piste cyclable sur le quai Branly et boucle de détection de vélo.

4.3.4 Les perspectives d'avenir des systèmes de détection de vélos

Les gestionnaires du trafic de la ville de Paris pensent que les systèmes de détection automatique doivent être utilisés mais avec parcimonie et dans des cas bien précis. Ils préfèrent les cycles spécifiques à l'installation de boutons poussoirs. Il n'est d'ailleurs souvent pas nécessaire de recourir à des cycles spécifiques pour les cyclistes : les sas mis à leur disposition permettent d'assurer leur sécurité et l'alternance des cycles des feux automobiles sur les directions antagonistes est suffisante pour permettre le passage de tous les usagers. De plus, dans les carrefours où débouchent les aménagements cyclables les temps de dégagement sont calculés pour les cyclistes avec des vitesses de 5 à 6 m/s.

Par contre, il arrive parfois que trop de précautions soient prises pour les cyclistes : sur le pont Charles de Gaule, une phase spécifique aux vélos est systématique ce qui entraîne une forte réduction de capacité des voies alors que la circulation cycliste y est faible et aléatoire. Dans un tel cas, la détection automatique des vélos trouve son utilité pour rajouter une phase de vert pour les vélos uniquement lorsqu'ils se présentent à l'intersection.

4.4 Les ville et communauté urbaine de Strasbourg

4.4.1 La politique des déplacements à vélo

La ville de Strasbourg est dotée, à la fois, d'un schéma directeur vélo et d'une charte vélo. Les aménagements cyclables couvrent un linéaire de 300 km environ. Parmi ces aménagements, certains utilisent des couloirs de bus. Environ deux tiers des couloirs réservés aux bus le sont aussi aux vélos. Cependant, ce chiffre n'est pas amené à évoluer fortement dans les prochaines années : car par commodité et sécurité, cela nécessite de faire passer la largeur du couloir de bus de 3,50 m à 4,50 m et la ville manque de place pour pouvoir le faire.

Les aménagements à Strasbourg comptent une majorité de pistes cyclables. En effet, autant les gestionnaires du réseau que les usagers préfèrent cette solution qui leur paraît plus sûre que les bandes cyclables.

Les comptages de vélos sont effectués grâce à des tuyaux pneumatiques fins. Ceux de la société SOFRELA ont été retenus car ils permettent sans grand changement de faire aussi des comptages de véhicules motorisés. Ceux de la société STERELA ne permettent que le comptage spécifique des vélos. Ces comptages servent à évaluer l'utilisation des aménagements cyclables et de prévoir, selon les trajets les plus fréquentés, la construction de nouveaux équipements.

4.4.2 Le traitement des traversées cyclistes

Pour les bandes cyclables, le traitement des intersections consiste à faire un marquage vert au niveau du passage piéton. Ainsi les cyclistes passent-ils en même temps que les piétons mais sur un espace qui leur est destiné. Il existe aussi quelques sas qui permettent aux cyclistes de démarrer devant les voitures.

Quant aux pistes cyclables, elles ont les mêmes types d'aménagements aux intersections. Dans des cas particuliers, des feux spécifiques pour les cyclistes ont été installés. Ceux-ci sont équipés de boucles électromagnétiques qui permettent la détection des deux-roues légers. Ces boucles sont composées de trois spires carrées enterrées à 5 cm sous la chaussée. Elles sont installées au pied du feu au droit de la ligne de feu. Elles sont reliées à des détecteurs sensibles qui peuvent enregistrer la présence de matériaux peu métalliques. Par contre, leur position a été étudiée pour qu'elles ne soient pas influencées par le passage des véhicules à proximité.

4.4.3 La piste cyclable traversant la place de l'Étoile

Le premier cas de figure où ce dispositif est implanté est un carrefour place de l'Étoile. Ce carrefour est très fréquenté, notamment par les cyclistes (4000 par jour). Il supporte le passage d'une piste cyclable arrivant d'Allemagne et se dirigeant vers le centre de Strasbourg. Le fort passage de cyclistes et de piétons a amené les gestionnaires à mettre en place une phase spéciale de vert pour eux. Cette phase dure environ 14 s, avec un temps de dégagement calculé sur la vitesse des piétons de 1 m/s. Cette phase se déclenche sur appel d'un piéton par un bouton poussoir ou par passage d'un cycliste sur la boucle. Si la boucle a enregistré le passage du vélo, un feu clignotant se déclenche au-dessus du bouton poussoir. Si le cycliste n'est pas passé suffisamment près de la boucle et n'a pas été détecté, le signal ne s'allume pas et il doit appuyer sur le bouton poussoir pour faire enregistrer son appel. Ce

système permet de contenir l'impatience des cyclistes qui savent, ainsi, qu'ils vont pouvoir passer et évite qu'ils traversent alors que le feu est rouge.



Figure 16 : Place de l'Étoile.

4.4.4 Des pistes traversant des routes très fréquentées

La seconde configuration est le cas d'une piste cyclable traversant une route départementale en périphérie de la ville. Deux carrefours sont aménagés de la sorte.

Les boucles sont installées de la même façon que place de l'Étoile : pratiquement en pied de feu, doublées d'un bouton poussoir. À ces endroits, la communauté urbaine avait le choix entre installer des carrefours à feux avec des systèmes de détection et des carrefours avec priorité pour la route principale et cédez le passage pour les cyclistes. Financée par le département, c'est la première solution qui a été retenue. En effet, autant la route principale que la piste cyclable jouissent d'un fort trafic.

La piste cyclable est inscrite dans un réseau cyclable européen et relie l'Allemagne au centre de Strasbourg. Elle est utilisée par des "cyclistes sportifs" notamment et en particulier l'été et le week-end. Le système de feux permet de garantir aux usagers une traversée de la route sûre. En fait, des boutons poussoirs auraient été jugés suffisants par les gestionnaires, mais la piste cyclable longe un canal et des écluses. Il n'est pas exclu que des véhicules utilisent la piste cyclable comme une voie de desserte. Les boucles servent avant tout à prendre en compte ces véhicules. Mais bien sûr, une fois installées, elles sont réglées pour détecter aussi les vélos.

Cependant elles sont placées trop près des feux pour que les cyclistes soient dispensés de s'arrêter. Quelques vingt mètres avant le feu, le temps de parcours du cycliste serait suffisant pour qu'il n'ait pas à s'arrêter. Interrogé sur ce fait, le responsable avoue que c'est envisageable mais que ce n'est pas une priorité. C'est pourquoi, les cyclistes attendent rarement que le feu passe au vert pour traverser.

Cela entraîne une coupure de la circulation sur la route principale que les usagers ont du mal à comprendre et donc à respecter. Pourtant, ces feux sont installés plus bas que des feux normaux, sans répétiteur et le signal du bouton poussoir clignote dès que le véhicule, vélo ou autre, passe sur la boucle. Nous pouvons espérer que s'il comprend que sa demande de traverser est prise en compte, le cycliste sera plus patient et attendra que le feu passe au vert. Mais aucune diffusion n'a été mise en place par la communauté urbaine pour signaler ce dispositif et son fonctionnement. Soit le cycliste est

un habitué, auquel cas, il remarque vite le fonctionnement du système de détection ; soit il emprunte l'itinéraire pour la première fois et il est plus prudent.

Seuls les nouveaux itinéraires sont mis à la connaissance des usagers. Néanmoins, les associations, notamment le CADR (Comité d'action deux-roues), sont suffisamment vigilantes pour remarquer la moindre modification des aménagements cyclables et s'informer auprès du service de gestion du trafic. La crainte des gestionnaires est que les usagers une fois habitués à être détectés systématiquement passent sans faire attention à la couleur des feux et que cela crée des accidents, qui sont d'autant plus graves que les usagers sont des cyclistes.



Figure 17 : Piste cyclable traversant une route fréquentée.

Ce sont les deux seuls types de configuration où la ville a jugé nécessaire d'employer des boucles électromagnétiques pour détecter les vélos. D'après les gestionnaires, il n'est pas prévu d'installer de nouvelles boucles. En effet, la politique que la ville souhaite voir se développer est d'intégrer les cyclistes dans les mouvements de piétons. Des marquages spéciaux de couleur verte sont dessinés aux passages piétons et délimitent un espace de passage pour les cyclistes. Lorsqu'une phase est rajoutée pour les piétons, si la route est à fort trafic, le temps de dégagement est calculé pour les piétons et convient donc tout à fait aux cyclistes.

4.5 Dans le reste de l'Europe : à Delft en Hollande

La détection des vélos est largement utilisée aux Pays-Bas et notamment à Delft (90 000 habitants).

Le traitement de l'intersection est très important pour la sécurité des cyclistes, que ce soit les marquages au sol ou les interventions au niveau des feux. Des études faites en Hollande ont montré que la présence des feux renforce la sécurité des cyclistes.

Á Delft, quand il y a un feu spécifique pour les vélos, il y a un système de détection associé. Les systèmes de détection utilisés sont des boucles électromagnétiques placées sous la chaussée ou l'aménagement cyclable. Ce sont les mêmes boucles que celles qui sont utilisées pour les véhicules motorisés mais les détecteurs associés doivent être plus sensibles à cause de la faible masse métallique des vélos. Ces détecteurs sont toujours doublés de boutons poussoirs pour les cyclistes.

Les demandes enregistrées par les boutons poussoirs reçoivent le même traitement que celles envoyées par les boucles. Les boutons poussoirs sont indispensables au cas où le cycliste ne réussisse pas à activer la boucle ou que celle-ci ne fonctionne pas.

Le système de détection est souvent placé juste avant le feu tricolore : il peut donc détecter le vélo arrivant au feu. Là où cela est possible, le détecteur est placé plus en amont de la ligne de feu : les cyclistes sont détectés plus tôt et s'il n'y a pas de trafic automobile ou si la phase verte des directions conflictuelles le permet, le vélo peut passer sans s'arrêter. Ceci n'est appliqué que lorsque les cyclistes ne peuvent pas tourner à droite. En effet, en Hollande, les cyclistes ont le droit de tourner à droite quelle que soit la couleur des feux. Les gestionnaires ne veulent donc pas bloquer les feux automobiles au rouge sans être sûrs que cela servira au passage d'un vélo. En pratique, les systèmes de détection se trouvent donc le plus souvent en pied de feu.



Figure 18 : Feu modal vélo avec boucle magnétique au débouché d'une piste cyclable en Hollande.

L'information enregistrée est traitée selon la régulation qui est appliquée au carrefour (elle est différente à chaque intersection). Les cyclistes peuvent avoir une phase de vert en même temps qu'un mouvement non conflictuel de voitures. En théorie, cela ne pose pas de problèmes qu'il y ait des vélos ou non puisque l'on peut toujours donner le vert simultanément à des mouvements non conflictuels. En pratique, c'est seulement vrai en partie car les cyclistes sont plus lents que les voitures. Il est important de savoir quand le dernier cycliste est passé avant le jaune ou le rouge pour déterminer le temps de dégagement. A certains endroits, les cyclistes peuvent interrompre le trafic sur les mouvements conflictuels pour avoir le vert plus tôt. Il est possible d'envisager deux phases de vert pour les cyclistes : cette solution a été proposée par le conseiller municipal chargé du trafic mais n'est pas encore mise en pratique.

Les cyclistes partagent souvent leur phase de vert avec les piétons, cela ne semble pas poser de problèmes. Cependant, lorsque ce n'est pas le cas, il faut penser à calculer les temps de dégagement pour les cyclistes car ceux utilisés pour les voitures sont trop courts.

Quand les cyclistes doivent traverser une intersection complexe, il est possible de les faire passer en premier et seuls ou de rallonger le temps de vert.

En Hollande, beaucoup de cyclistes ne respectent pas les feux. Cela arrive d'autant plus souvent qu'ils doivent attendre un long moment avant d'être autorisés à traverser et qu'il y a peu de mouvement conflictuel. Un système de régulation permettant de minimiser ces temps d'attente est donc préférable.

En revanche, il faut garder à l'esprit que les cycles de feux sont plus longs lorsqu'il y a des feux modaux pour les vélos. La durée de vert des voies automobiles est alors réduite dans toutes les directions. Il est à craindre que si les automobilistes doivent attendre trop devant les feux, ils les respectent moins.

Si dans certaines villes de Hollande, les cyclistes ne savent pas qu'ils sont détectés, des lampes situées sous le bouton poussoir indiquent aux cyclistes de Delft que leur présence a été prise en compte par les systèmes de gestion des feux. Les lampes s'allument lorsque la boucle a détecté une présence. Le cycliste ne se sert des boutons poussoirs que si la lampe n'est pas allumée.

4.6 Aux États-Unis : la ville de Missoula

Le département des transports du Montana (MDT) utilise une subvention fédérale relative à "la diminution de la congestion et à la qualité de l'air" (Federal congestion mitigation air quality) pour améliorer les système de feux de signalisation de la ville de Missoula). Cela consiste à installer de nouveaux systèmes de boucles inductives et à moderniser les carrefours à feux de la ville. La ville a une population cycliste importante et un fort lobby de cette dernière l'a décidée à rendre les intersections plus adaptées aux cyclistes.

Des boucles électromagnétiques spéciales ont déjà été installées à la plupart des intersections à feux. Ces nouvelles boucles doivent détecter à la fois les véhicules motorisés et les vélos. Elles sont placées dans les voies de circulation de la même façon que les boucles conventionnelles destinées aux véhicules motorisés. Un marquage spécial sur la chaussée devra indiquer aux cyclistes où se trouve la partie la plus sensible de la boucle et donc l'endroit où ils doivent passer. Cette partie du programme n'est pas encore achevée. Il est donc impossible pour les gestionnaires de donner une évaluation complète de leur système.

Les détecteurs pour les vélos ressemblent à des boucles ordinairement employées pour les véhicules motorisés avec cependant une forme et des bobinages spécifiques permettant d'intégrer le passage des vélos.

Les exploitants redoutent cependant des problèmes de détection des vélos en alliage bien qu'ils n'aient reçu aucune plainte du public sur les parties du programme achevées.

En tout, 154 boucles inductives spéciales pour les vélos sont installées actellement à 32 carrefours dans la ville de Missoula.

5. L'évaluation des besoins des usagers et des exploitants

Pour pouvoir apprécier la connaissance qu'ont les gestionnaires du trafic et les usagers des systèmes de détection pour les vélos, des questionnaires ont été mis au point. Leur utilité est double :

- ils permettent de savoir si ces systèmes sont utilisés ou non pour gérer la circulation des vélos aux carrefours. Cela a permis de recenser les expériences à ce sujet en France et de pouvoir par la suite prendre contact avec les exploitants ;
- ces questionnaires ont aussi pour objet de connaître les besoins, à la fois des utilisateurs et des exploitants, concernant l'opportunité et l'utilité de détecter les vélos aux intersections.

Pour cela, deux types de questionnaires ont été élaborés, l'un pour les exploitants (c'est à dire les villes et les collectivités locales), l'autre pour les usagers, c'est à dire les associations de cyclistes.

5.1 La définition des modalités de l'enquête

5.1.1 Le test du questionnaire auprès de personnes compétentes

La difficulté de ce genre d'enquête est que le taux de réponse est relativement faible : on considère généralement que 10 % de réponses est satisfaisant. Il convient donc de bien cibler les questions et de faire en sorte que le questionnaire soit le plus attractif et le plus court possible. Nous avons donc demandé à quelques personnes de tester et de valider ces questionnaires afin d'en accroître la pertinence.

- Mme Edith METZGER, du CETE de Lyon a été sollicitée en tant qu'expert vélo pour les deux questionnaires ;
- Mme Claude PITOUX de la ville de Paris et M. Jean-Luc MARCHAL de la communauté urbaine de Strasbourg ont été interrogés pour le questionnaire destiné aux gestionnaires de trafic urbain ;
- M. Armand PORTAZ et Mme Françoise PONS, de l'ADTC (Association pour le développement des transports en commun) à Grenoble ont émis leur opinion sur le questionnaire pour les usagers.

Les deux questionnaires se trouvent en annexe 3.1.

5.1.2 La diffusion de l'enquête

Les questionnaires destinés aux exploitants de voiries ont été envoyés aux villes membres du Club des villes cyclables. Il s'agit d'un club né en 1989 pour "créer une dynamique entre villes françaises ou européennes pour faciliter, sécuriser et développer la circulation des cyclistes, notamment en milieu urbain". À ce jour, le Club des villes cyclables comprend 132 villes, districts et communautés urbaines adhérentes, qui ont toutes reçu un questionnaire.

Les questionnaires pour les usagers ont été envoyés aux associations liées au Club des villes cyclables et aux associations membres de la FUBicy (Fédération française des usagers de la bicyclette). En tout, 94 questionnaires ont été envoyés aux associations d'usagers.

Il a été laissé un délai de réponse de trois semaines à tous les organismes sondés.

5.2 Les résultats

Sur les 132 questionnaires envoyés aux villes et communautés urbaines, 45 nous ont été renvoyés. Cela correspond à un taux de réponse de 34,5 %. Ce sont des villes de tailles diverses et, compte tenu de leur adhésion au Club des villes cyclables, nous ne pouvons pas généraliser les résultats. Mais nous pouvons penser qu'elles sont les indicateurs de la tendance future des villes françaises.

Parmi, les 94 associations sondées, 31 ont renvoyé le questionnaire complété, soit un taux de réponse de 33 %. Là encore, tous les cyclistes n'ont pas été touchés par le questionnaire. Mais nous considérons que les membres actifs d'associations sont les plus attentifs aux progrès concernant les aménagements cyclables et de ce fait sont enclins à refléter le ressenti de l'ensemble des cyclistes. Cependant, il convient de rester prudent, car certaines associations sont tellement vindicatives qu'elles ne veulent pas reconnaître l'existence d'aménagements et de la prise en compte des vélos par les villes.

Le traitement complet des questionnaires se trouve en annexe 3.2.

5.3 L'expression des besoins des exploitants

Il apparaît que la grande majorité des villes est consciente des problèmes que rencontrent les cyclistes au niveau des intersections : toutes ont mis en place des systèmes, simples ou non, pour faciliter leurs traversées. Les sas arrivent en tête des aménagements déjà en place ou envisagés. Cela s'explique par leur faible coût et une facilité d'usage et de compréhension très grande. De plus, il est prouvé que ce genre de dispositif diminue fortement les accidents cyclistes-automobilistes.

La plupart des villes estiment qu'il faut privilégier les traversées cyclistes par rapport aux automobiles. Les systèmes de détections sont envisagés dans au moins 45 % des cas.

Treize villes utilisent déjà ce type de systèmes, sous forme de boucles électromagnétiques le plus souvent. Plus de la moitié de ces villes semblent satisfaites de ces systèmes et envisagent d'étendre leur utilisation, alors que trois s'y opposent (sans en expliquer les raisons).

En revanche, les villes qui ne possèdent pas de systèmes de détection ne s'y intéressent pas, le plus souvent par manque d'information à ce sujet et par peur du coût.

Les émetteurs individuels portés par les usagers et transmettant l'information de la présence de l'usager à une borne réceptrice ne sont pas du tout connus des exploitants. De plus l'équipement des carrefours et des usagers nécessite une décision politique et de lourds investissements (le coût d'un émetteur d'environ 50 francs serait à la charge soit des exploitants, soit des usagers).

Nous pouvons en conclure que les systèmes de détection pour prendre en compte les vélos aux intersections ne sont pas encore une priorité pour les exploitants des réseaux. Cependant, nombreuses sont les municipalités qui ne s'y intéressent pas uniquement par manque de connaissance à ce sujet. Il est probable que si un système montrait son efficacité, leur opinion pourrait évoluer.

5.4 L'expression des besoins des usagers

La première chose à noter est que les associations d'usagers connues pour leur militantisme n'ont pas de souhait excessif par rapport à la circulation à vélo. Elles désirent que les cyclistes soient pris en compte par les systèmes de feux mais sont conscientes que tout aménagement cycliste créé sur un espace motorisé entraîne des réductions de capacité des voies. Nombreuses sont les associations qui ont émis cette réserve aux aménagements proposés.

La distinction a été faite entre les carrefours à fort trafic et ceux qui sont moins fréquentés : dans les deux cas, les sas sont largement cités. D'après une majorité d'associations, ils doivent être

accompagnés d'un autre système intervenant au niveau des feux dans les carrefours très fréquentés, mais peuvent exister seuls dans les carrefours à trafic moins dense.

Le plus souvent, les associations souhaitent que les temps de feu vert soient rallongés pour permettre aux cyclistes de traverser avec plus de sécurité.

En revanche, les associations semblent hostiles aux systèmes de détection pour donner la priorité aux vélos : plus de la moitié d'entre elles jugent ces systèmes trop chers et compliqués.

Nous devons convenir du manque d'intérêt des associations pour ces systèmes. Leur souci principal est de se faire reconnaître par les usagers, d'étendre le maillage des réseaux cyclables et non de voir instaurer des systèmes compliqués. Elles préfèrent souvent tenir compte des impératifs des autres usagers que d'imposer des priorités qui de toute manière ne seraient ni crédibles, ni respectées : trop peu de carrefours seraient aménagés, trop peu de cyclistes les empruntent pour le moment.

Les systèmes de détection utilisés pour les vélos dans les voies réservées aux bus et aux vélos apparaissent, eux, être une excellente solution pour bon nombre d'associations. En effet, la rapidité des vélos dans les embouteillages est un élément très valorisant pour l'usage du vélo en ville et peut drainer de nouveaux utilisateurs.

Peu d'associations ont connaissance de l'installation de systèmes de détection pour les vélos et c'est peut être aussi ce qui explique leur faible demande pour ces systèmes. Cela signifie aussi que les villes les possédant ne les ont pas mis en valeur en informant les associations.

Les systèmes émetteurs-récepteurs ne sont pas non plus connus des associations. Par contre leur utilisation recueille plus de suffrages, notamment de cyclistes habitués. Bien que certaines associations soient prêtes à soutenir un tel projet, de nombreuses critiques sont émises à ce sujet, notamment sur le coût et la maniabilité des appareils. En outre, ce système pourrait priver les cyclistes de leur plus grand atout : leur liberté.

6. Un cahier des charges pour les systèmes de détection de vélos

6.1 Des conditions générales

Les vélos présentent ces particularités par rapport aux autres véhicules :

- leur structure est de moins en moins métallique : les vélos les plus sophistiqués sont souvent fabriqués en alliage. De plus, ils sont fins et verticaux : le champ magnétique qu'ils émettent ou la variation de champ qu'ils induisent est totalement différente de celle d'une automobile. Cette caractéristique les rend difficilement détectables, voire indétectables par les boucles classiques ;
- ils n'offrent aucune carrosserie protectrice, comme c'est le cas pour les automobiles. Leurs usagers sont donc particulièrement exposés aux dangers de la route. Il convient donc que ces usagers soient détectés le plus précisément possible pour leur assurer des traversées d'intersections plus sûres.

6.1.1 La qualité première des systèmes de détection pour les vélos : la fiabilité

Le système doit être **fiable** et détecter effectivement les vélos, que ce soit les vélos de ville classiques ou les modèles dernier cri en alliage. **Tous** les cyclistes doivent pouvoir être pris en compte par les systèmes de détection. Il est important de le préciser car certains dispositifs actuellement vendus comme "détecteurs de vélo" ne remplissent pas cette condition.

La complexité des fonctions de l'appareil varie selon le degré de précision requis par les gestionnaires :

- soit une simple détection de tous les véhicules quels qu'ils soient, dont les vélos, est recherchée. Du moment que l'usager a été détecté son passage est sécurisé sans discrimination ;
- soit une identification des usagers est recherchée pour le traitement sélectif des traversées de carrefours des catégories d'usagers en accroissant la sécurisation des plus vulnérables. Cette méthode de détection permet aussi le recueil de données classifiées pour une connaissance statistique plus exhaustive des trafics par type d'usagers. La principale difficulté est de faire la différence entre un cycliste et un engin motorisé, notamment une moto ou une motocyclette, voire un vélo et un piéton (pour les systèmes par caméra par exemple). L'autre point sensible est de pouvoir détecter individuellement des vélos arrivant en groupe.

6.1.2 La mise en œuvre et la maintenance

Plusieurs opérations sont indispensables à la bonne marche du système de détection : sa pose, son réglage pour avoir l'effet de détection escompté, son entretien, voire sa réparation.

Les constructeurs doivent proposer des systèmes d'utilisation la plus aisée possible pour les exploitants. Seront examinés ces points particuliers :

- la pose : si le matériel nécessite des travaux sur la chaussée, susceptibles de perturber la circulation, l'effectif nécessaire à cette opération ;
- le réglage : il doit être le plus simple possible. Les traitements sophistiqués ou la présence indispensable du constructeur sont à proscrire. Un réglage simple et rapide doit être recherché ;
- l'entretien : les travaux de maintenance et de réfection doivent être rares et aisés en terme d'accès à l'équipement et d'action préventive et curative. À des fins de simplification de l'intervention, un lot de rechange pourra être prévu.

Le dernier point à examiner est le niveau de satisfaction souhaité selon l'utilisation qui sera faite des systèmes de détection : s'il s'agit soit de sécuriser les traversées cyclistes parce qu'aucune installation n'existe, soit de rendre la traversée plus confortable pour les cyclistes en accroissant leur sentiment de sécurité.

6.1.3 Le prix

Le prix de ces moyens de détection ne doit pas être prohibitif : pour que les villes puissent équiper tous leurs carrefours ou à défaut ceux qui le nécessitent le plus (sécurité, importance du trafic vélo, configuration et complexité de l'intersection), il convient que les systèmes de détection aient un rapport qualité-prix satisfaisant.

Ceci est d'autant plus vrai que les villes ont actuellement comme priorité la mise en conformité de tous les carrefours à feux avant 2001. Cette opération est parfois très coûteuse pour les villes et limite

actuellement des investissements dans d'autres projets jugés de priorité inférieure comme la détection des vélos et leur prise en compte dans la gestion des intersections.

Il faut en outre inclure dans le prix de l'équipement les travaux nécessaires à sa pose, la mise au point de la sensibilité de la détection, les travaux de maintenance préventifs et curatifs. De plus, une attention particulière devra être apportée à la longévité du système : supporte-t'il les réparations, l'usure, les intempéries, les actions de vandalisme selon qu'il est à l'air libre ou bien enterré ?

Nous avons recensé trois types de fonctionnement de carrefours :

- le carrefour classique en fonctionnement cyclique (les phases apparaissent dans un ordre déterminé) ou acyclique (l'ordre des phases change suivant la demande). Dans ce cas, sont possibles des anticipations ou des prolongations de phases de vert ou de temps de dégagement ;
- le carrefour présentant une position de repos : cette position de repos peut se faire par des signaux tricolores rouges sur toutes les branches de l'intersection ou des signaux tricolores verts sur certaines branches de l'intersection. Le système de feux quitte la position de repos dès que l'approche d'un véhicule est détectée sur un axe bloqué par les feux rouges ;
- le carrefour fonctionnant en coordination : les feux coordonnés sont réglés pour que le décalage dans l'apparition du vert d'un carrefour à l'autre puisse générer des axes de circulation privilégiés. C'est le cas, par exemple, des feux réglés en onde verte ou en onde verte modérante. **Dans tous les cas, il paraît difficile de pouvoir intégrer les cyclistes dans la gestion de ce type de carrefour**. C'est pourquoi, nous laisserons en suspens ce cas : il faudrait pour que cela puisse se faire des systèmes de détection capables de suivre les déplacements de chaque mobile de façon à adapter l'onde verte aussi aux cyclistes. L'exemple développé dans la partie 3.4.3 montre qu'il est difficile de pouvoir concilier l'onde verte à la fois aux automobilistes et aux cyclistes.

Suivant le carrefour et l'équipement cyclable envisagés, nous allons examiner les contraintes que doivent supporter les systèmes de détection.

Les parties concernant la distance séparant les systèmes de détection sont fondées sur ce qui existe pour les automobiles. Il convient de pouvoir mener des expérimentations pour confirmer le bien-fondé de ces indications.

6.2 Les vélos en circulation banalisée

Il s'agit ici de pouvoir détecter les vélos comme les autres usagers et si possible de les identifier.

6.2.1 En carrefour classique

Dans ce genre de carrefours, les cycles de feux sont de durée constante : quoiqu'il arrive une phase verte intervient sur toutes les voies au cours du cycle permettant ainsi à tous les usagers, voiture ou vélo, de passer régulièrement. Si aucun aménagement cycliste n'existe, l'intégration des cyclistes dans les temps de feux de manière systématique n'est probablement pas prévue. En revanche, l'ajout de temps de dégagement systématiques, calculés selon la vitesse de 5 m/s des vélos, peut se faire à moindre frais mais peut réduire la capacité d'écoulement de l'intersection.

L'identification des cyclistes par rapport aux autres usagers permet d'adapter ponctuellement les temps de vert et de dégagement pratiqués (en les allongeant). Ainsi, la traversée des vélos est favorisée et sécurisée avec une réduction de capacité moindre.

Nous suggérons d'installer ces systèmes un peu en amont du feu (environ 40 m), comme cela le système prend en compte les cyclistes qui se présenteront au feu juste avant la fin du signal vert. Mais cela nécessite impérativement que l'on puisse identifier les cyclistes par rapport aux autres usagers. Installer le système de détection 40 m avant le carrefour permet d'adapter aussi le temps de vert pour les voitures. En effet, lorsque les systèmes de détection de prolongation de vert sont utilisés pour les véhicules motorisés, leur zone d'action se situe en général à 40 m en amont du feu. Ce n'est pas discriminant pour les vélos : le contrôleur dispose de plus de temps, sachant que ce sont des usagers plus lents, pour adapter les feux à leur usage.

6.2.2 En carrefour avec une position de repos

Dans ce cas, les systèmes de détection de vélos sont **indispensables**. Pour pouvoir être pris en compte par le système de feux, tout usager doit signaler sa présence. Il n'est pas primordial que les systèmes de détection permettent l'identification des vélos mais ils doivent les détecter avec un taux de fiabilité optimal.

Ce genre de carrefour est souvent équipé de deux types de détection :

- une détection de présence en pied de feu, qui permet de déclencher le feu si un usager est arrêté devant le feu depuis un certain temps ;
- une détection de prolongation de vert située plus en amont : les usagers arrivant déclenchent ainsi le feu vert et le prolongent si nécessaire.

Le couplage des deux systèmes fonctionne bien, en revanche si un seul devait être installé pour des raisons budgétaires, le détecteur de présence en pied de feu semble être le plus indispensable. Les usagers arrivant à l'intersection auront à attendre le passage du feu, mais au moins si un véhicule n'a pas pu passer lors d'un cycle, sa présence sera prise en compte pour déclencher à nouveau le vert..

Lorsque les deux systèmes peuvent être employés ensemble, il convient de bien définir la zone d'application de la détection. En le plaçant à la même distance des feux que les systèmes de détection de voiture, nous pouvons, d'une part, envisager d'utiliser le même système de détection pour les deux types d'usagers à condition de les distinguer, et d'autre part de préparer plus à l'avance l'arrivée des vélos.

6.3 Dans le cas des bandes cyclables

Le seuil de précision du dispositif pour les bandes cyclables a moins d'importance. Même si le dispositif ne fonctionne pas, les vélos bénéficient des feux installés pour les automobilistes. Ils peuvent donc traverser l'intersection en même temps que les autres usagers.

Dans le cas des bandes cyclables, les systèmes de détection sont installés pour accroître **la sécurité des cyclistes et leur confort**, notamment dans le cas de carrefours de taille importante ou à circulation dense.

Dans le cas où aucun dispositif n'est installé pour avancer le passage des vélos par rapport aux automobiles (feux modaux : départ anticipé ou sas : départ physiquement anticipé), les contraintes qui pèsent sur les systèmes de détection sont les mêmes qu'en circulation banalisée des vélos.

La présence de feux tricolores modaux spécifiques aux vélos ne se justifie que si les feux se déclenchent avant ceux des automobilistes ou si des phases spéciales existent pour les cyclistes. Pour éviter le déclenchement systématique de ces dispositifs, il convient de savoir si un vélo est présent. Le mieux serait d'avoir un système qui fasse la distinction entre les cyclistes et les autres usagers. En effet, il ne faut pas que les dispositions spécifiques aux vélos s'appliquent parce que d'autres usagers ont été détectés par les détecteurs pour les vélos, notamment les véhicules motorisés passant trop près des installations cyclables. Ces systèmes doivent être mis en place en pied de feu pour détecter les cyclistes en attente devant le feu.

Les systèmes de détection peuvent être installés aussi pour permettre d'accroître le temps de dégagement sur des bases de 5 m/s, par exemple. Et cela uniquement lorsque des cyclistes se présentent aux intersections. Nous suggérons d'installer ces systèmes un peu en amont du feu (environ 40 m). Comme cela le système prend en compte les cyclistes qui se présenteront au feu juste avant la fin du signal vert. Leur vitesse sera considérée de 5 m/s.

6.4 Dans le cas des pistes cyclables

Le fonctionnement des feux des pistes cyclables nécessite beaucoup plus de soins que dans le cas de bandes cyclables car suivant le traitement de l'intersection, les cyclistes ont un feu spécifique et ne peuvent pas se repérer aux feux des voies automobiles. Il faut prévoir un système de détection pour rallonger les temps de vert et de dégagement et une détection en pied de feu avec un indicateur de prise en compte par les systèmes de détection pour que le cycliste respecte le feu et ne se mette pas en danger.

6.4.1 Pour les pistes cyclables débouchant dans un sas ou sur une bande cyclable

Dans ce cas de figure, les contraintes pour le système de détection sont les mêmes que pour les bandes cyclables puisque le traitement à l'intersection est celui d'une bande cyclable.

6.4.2 Pour les pistes cyclables avec feux spécifiques

Quel que soit le type de carrefour, les cyclistes débouchant d'une piste cyclable équipée de feux modaux pour les vélos doivent absolument être détectés. En effet, si une phase spéciale vélo est prévue dans les carrefours classiques, il est indispensable de pouvoir l'escamoter lorsqu'aucun cycliste ne se présente à l'intersection. Cela permet de rendre la phase cycliste plus crédible quand elle est utilisée. Pour les carrefours à position de repos, la détection des cyclistes est aussi indispensable car sans cela les vélos ne sont jamais autorisés à passer. Ce cas de figure nécessite des seuils de précision très grands.

En revanche, le système de détection n'a pas besoin dans ce cas d'identifier les vélos par rapport aux autres usagers puisque ce sont les seuls usagers autorisés sur la piste cyclable.

Le mieux est de disposer le système de détection une centaine de mètres avant le feu : ainsi le contrôleur aura le temps de prendre en compte la présence de l'usager. Le cycliste trouvera le feu vert lorsqu'il arrivera au carrefour. Si le dispositif est installé de la sorte, il faut le doubler par un deuxième système (bouton poussoir, boucle ou autres) pour les cyclistes qui ont été détectés mais qui ne peuvent pas bénéficier d'une phase de vert immédiatement : c'est à dire lorsque le feu vient juste de passer au vert pour les véhicules par exemple ou pour ceux qui sont entrés sur la piste après le système de détection. Ce cas s'applique lorsque les exploitants veulent favoriser le passage des vélos.

Lorsque leur souci est, dans un premier temps, de sécuriser la traversée cycliste et non de la favoriser par rapport aux automobiles, il suffit de prévoir un système de détection en pied de feu. Les cyclistes qui arrivent au feu doivent alors attendre le passage des feux, mais au moins les gestionnaires ont fait le nécessaire pour que le cycliste soit intégré dans les cycles de feux conformément à la réglementation des carrefours à feux. Mais il est plus que probable que le cycliste n'attendra pas que son passage soit autorisé pour traverser. Si cela est possible il vaut mieux essayer de gérer le carrefour de façon à ce que la traversée des cyclistes soit favorisée.

6.5 Dans la cas d'un couloir bus et vélo

6.5.1 Dans le cas des carrefours classiques

Il s'agit d'anticiper ou de rallonger le temps de vert pour permettre le passage des véhicules.

Les bus sont détectés par des systèmes émetteurs embarqués qui envoient l'information de leur présence à des bornes réceptrices ou par des boucles électromagnétiques de détection.

Nous nous retrouvons avec les mêmes contraintes que dans le cas des bandes cyclables, avec cette fois en moins la difficulté de devoir différencier les vélos des autres véhicules. En effet, les vélos ont à peu près la même vitesse que les bus. La vitesse commerciale des bus est en France d'environ 17 km/h : cette vitesse est définie comme la vitesse moyenne du bus entre les départs du bus de deux terminus (y compris le temps d'attente entre l'arrivée au terminus et le départ). Nous pouvons supposer que la vitesse moyenne du bus entre l'arrivée à un arrêt et le départ de l'arrêt suivant se situe aux environs de 20 à 25 km/h. Cette vitesse est très proche des vitesses considérées pour les vélos (5 à 6 m/s). Nous en concluons que considérer la vitesse n'est pas discriminant pour les vélos dans les couloirs de bus. De plus, les véhicules se trouvant dans les couloirs de bus sont des véhicules autorisés (bus, taxis, vélos).

Si la politique des déplacements de la ville tend à vouloir développer les autres moyens de transport que l'automobile, il n'est pas nécessaire de les identifier par type car tous doivent jouir des mêmes droits de passage favorisés. De même si les gestionnaires sont sûrs que le couloir ne peut pas être emprunté par d'autres usagers que ceux autorisés, la discrimination des usagers n'est pas nécessaire.

6.5.2 Dans le cas de carrefours avec une position de repos

Ce cas est identique à celui évoqué lors de la partie concernant la circulation banalisée. La présence de détecteurs pour les vélos est indispensable et les contraintes d'installation et de fonctionnement de ces derniers sont les mêmes que ceux décrits en circulation banalisée.

6.6 Synthèse des différents cas

Le tableau suivant permet de visualiser, dans chaque cas, les caractéristiques essentielles des systèmes de détection envisagés et leur importance (si leur installation est indispensable, souhaitable ou difficile à mettre en œuvre).

	Carrefours classiques	**Carrefours avec position de repos**	**Carrefours coordonnés**
Pas d'aménagement spécifique pour les vélos	Envisageable si identification des mobiles pour		
Bande cyclable sans traitement particulier à l'intersection	rallonger les temps de vert et de dégagement		
Bande cyclable équipée de feux modaux pour les vélos	Indispensable pour escamoter la phase cycliste s'il n'y a pas de vélo et pour rallonger les temps de vert et de dégagement.		
Pistes cyclables avec des feux tricolores spécifiques	Indispensable pour escamoter la phase cycliste s'il n'y a pas de vélo	Indispensable	Difficile : souhaitable si suivi des déplacements des mobiles
Pistes cyclables traitées comme une bande à l'intersection	Voir spécifications bandes		
Voies réservées aux bus et aux vélos	Envisageable, sans contrainte d'identification pour anticiper ou rallonger les phases de vert selon la politique choisie par les gestionnaires		

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des fonctions des systèmes de détection de vélos.

7. L’analyse de l’offre constructeur et de son adéquation avec les besoins exprimés

Les offres constructeurs viennent la plupart du temps de dépliants édités par le constructeur pour présenter ses produits. Les autres proviennent de sites internet.

7.1 Un instrument de comptage temporaire : le tuyau pneumatique

En France, les tuyaux pneumatiques sont des appareils vendus par deux sociétés : STERELA et SIAT/SOFRELA.

Les municipalités les emploient pour faire des comptages périodiques. En effet, les tuyaux pneumatiques sont des éléments très dégradables et sont, en particulier, très sensibles au vandalisme. Ils ne sont pas assez fiables pour être utilisés à des fins d’intégration des vélos dans les systèmes de gestion du trafic.

Le capteur est un demi tube pneumatique tendu en travers de la piste cyclable et relié à une de ses extrémités à un détecteur pneumatique à membrane. À chaque écrasement par une roue, ou par un essieu, une onde de pression déforme cette membrane et établit un contact électrique. Chaque contact correspond au passage d’une roue ou d’un essieu. Il faut diviser le nombre de passages par deux pour obtenir le nombre de véhicules. Les réglages des détecteurs classiques à membranes ne prennent pas en compte les vélos car la pression exercée par un vélo est trop faible. Des détecteurs pneumatiques pour les vélos sont spécifiquement conçus pour être très sensibles aux faibles variations décelées dans le tuyau.

Sur ces deux appareils, le taux d’erreurs est variable selon le volume du trafic et varie de 5 à 10 % selon les techniques. Un calage du compteur est nécessaire pour obtenir des chiffres plus fiables et limiter les détections parasites.

Le coût d’un tel appareillage est relativement faible (environ 7 000 francs).

7.1.1 Les compteurs STERELA

La société STERELA a équipé quelques villes et départements : la ville de Toulouse en possède, ainsi qu’ALTERMODAL, un bureau d’études spécialisé dans les comptages des vélos qui opère en région Rhône-Alpes.

La Zone expérimentale de trafic de Toulouse (ZELT) a procédé en 1994 à un test d’évaluation. Les résultats montrent que ce système n’est pas parfait mais permet de donner un ordre de grandeur correct de l’utilisation de la piste cyclable. Les problèmes notés sont les suivants : le passage simultané de deux vélos n’enregistre qu’un seul passage, les piétons marchant sur le tuyau sont enregistrés ainsi que tous les deux roues motorisés. De plus il doit absolument être utilisé sur des pistes cyclables ou des bandes cyclables non fréquentées par les automobiles.

7.1.2 Les compteurs SOFRELA

Les tuyaux pneumatiques de la société SOFRELA se distinguent de leurs concurrents : ils peuvent faire aussi bien des comptages de vélos que des comptages de véhicules motorisés. Il suffit de choisir le canal de comptage désiré. C'est pour cette polyvalence que la communauté urbaine de Strasbourg a choisi de s'équiper de ce système de comptage.

La communauté urbaine de Strasbourg semble satisfaite des résultats fournis par ce compteur mais n'a pas procédé à des tests d'évaluation.

7.2 Les détecteurs piézoélectriques

Il s'agit de systèmes qui mesurent la variation de capacité électrique d'un fil lors du passage d'un véhicule. Ils sont utilisés pour les comptages. Il est possible de faire des comptages discriminants. En effet, la variation de capacité du fil n'est pas la même pour un vélo que pour un véhicule motorisé.

Ce type d'appareil est bon marché, mais n'est actuellement pas commercialisé en France.

La société britannique Traffic 2 000 propose un produit pour détecter et compter les usagers de la route, qu'ils soient piétons, cyclistes, véhicules légers ou poids lourds. Les mobiles sont identifiés par des signaux différents.

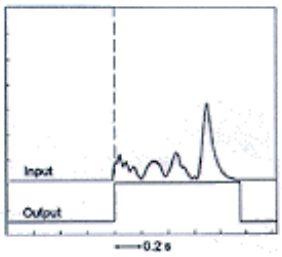


Figure 19 : Homme marchant sur le capteur.

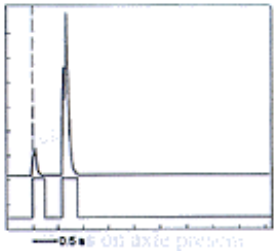


Figure 20 : Bicyclette passant lentement sur le capteur.

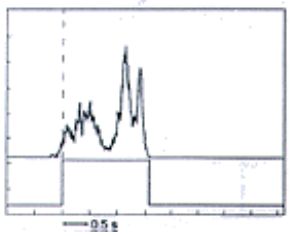


Figure 21 : Automobile passant sur le capteur.

Là encore, il n'y a pas de tests d'évaluation connus.

7.3 Les détecteurs magnétiques

7.3.1 Les boucles électromagnétiques

Les boucles électromagnétiques sont installées dans la chaussée. Le détecteur enregistre les variations de champ électromagnétique provoqué par le passage d'une masse métallique. Théoriquement, ce

système permet de différencier les poids lourds, les véhicules légers des vélos. Mais beaucoup de ces boucles sont installées en milieu de chaussée et leur action ne s'étend pas jusqu'au bord de la route, donc pas jusqu'à l'endroit de passage des vélos. De plus, elles ne permettent pas d'enregistrer le passage de vélos au cadre non métallique (carbone, alliage...).

C'est pour cette raison que des constructeurs ont testé différentes formes de boucles, reliées chaque fois à des détecteurs réglés de façon très sensible.

Les boucles ayant des formes spéciales sont plus susceptibles de détecter les vélos, ou plus exactement si le vélo passe sur un point précis, il a des chances d'être détecté.

- Les boucles classiques sont rectangulaires, carrées ou trapézoïdales. Elles sont assez sensibles au centre de la boucle, beaucoup plus sur les bords, mais pas du tout à l'extérieur de la boucle. Un cycliste qui passe juste sur la boucle a plus de chance d'être détecté. La solution peut donc être de marquer le sol pour indiquer au cycliste la trajectoire la plus adéquate, comme cela est fait dans certaines villes aux États-Unis.

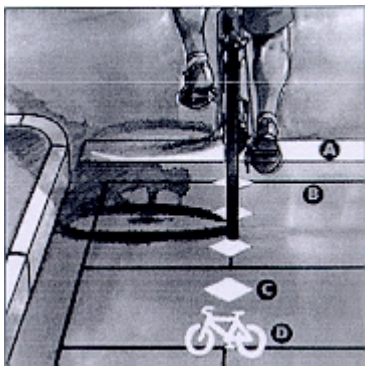


Figure 22 : Marquage indiquant aux cyclistes la meilleure trajectoire pour être détectés.

- Les boucles installées dans des bandes cyclables ont plus de chance de détecter les vélos si elles sont formés de quadripôles qui ressemble à des huit. Elles sont particulièrement sensibles au centre mais perdent de la sensibilité très vite en dehors de la boucle. Ces formes existent actuellement aux États-Unis.

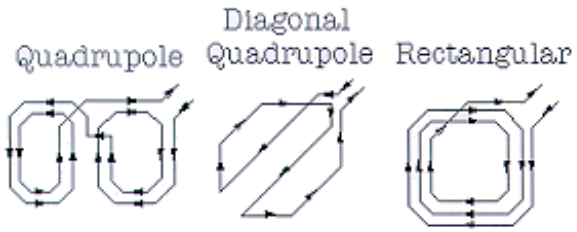


Figure 23 : Différentes formes de boucles électromagnétiques.

- Les boucles installées dans les voies de circulation classiques détectent les vélos si elles ont une forme quadripôle diagonal. Cette forme ressemble à un huit incliné à 45°. Elles sont sensibles sur toute leur largeur.
- Une boucle formée de quatre mini-boucles rectangulaires ayant chacune quatre spires est utilisée sur une piste cyclable dans la ville de Paris. Cette dernière semble satisfaite des résultats obtenus. La figure 15 montre la trace de ce type de boucle dans une piste cyclable.

- Certaines villes américaines ont testé les boucles circulaires, notamment dans le comté de Santa Clara ou San Diego en Californie. Plusieurs critiques ont été formulées sur cette forme. Pour les boucles circulaires simples, le champ magnétique est si large que quand l'amplification de la détection est enclenchée, la boucle détecte les vélos mais aussi les véhicules qui passent à côté. Il n'est pas prouvé qu'une détection puisse se faire sans l'autre.
- Les boucles couplées au système de détection de CA+(Counters and accessories) : d'après le constructeur ce système est capable de faire la discrimination entre les différents usagers. Cependant, il est bien précisé que cela ne marche pas dans tous les cas. De même, il est indiqué que cet appareil est capable de distinguer le passage de deux cyclistes en même temps mais que le taux de fiabilité n'est pas maximum. Les consignes d'installation sont nombreuses mais précises. Les documents fournis par le constructeur font état d'une expérience faite à Oxford mais le processus opératoire n'est pas indiqué et rien n'indique les taux d'erreur.

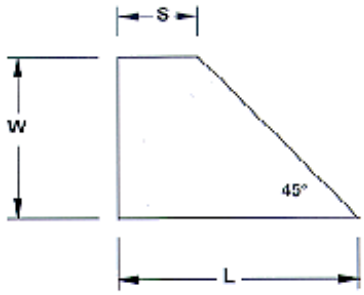


Figure 24 : Forme de la boucle magnétique de Counters and accessories.

Les boucles électromagnétiques, le plus souvent de forme classique trapézoïdale, sont les systèmes de détection pour les vélos les plus employés en France.

L'inconvénient majeur des boucles, outre le fait que leur fiabilité ne soit pas prouvée pour la détection optimale des vélos, est que leur installation nécessite de lourds travaux sur la voirie : la boucle est installée sous la chaussée. De plus, l'installation est fragile et toute la boucle doit être changée dès que le câble se coupe.

7.3.2 Les détecteurs magnétiques

La société MAGSYS a développé un capteur magnétique. Ce système est actuellement utilisé par la ville de Paris sur une piste cyclable longeant le quai Branly.

Il s'agit de deux capteurs de petites dimensions placés dans un fourreau en aluminium dans la chaussée. C'est un magnétomètre qui mesure le champ magnétique environnant. Lors d'une phase de calibrage, le champ magnétique mesuré par le capteur en l'absence de tout véhicule est mémorisé par le détecteur. Ensuite, le détecteur compare les champs mesurés à la valeur mémorisée et signale une présence de mobile dès que la différence dépasse un seuil prédéfini. Le capteur n'émet aucun champ magnétique : il fonctionne de manière passive.

Les avantages de ce système sont, d'après le constructeur :

- aucune interférence entre les capteurs : la détection se fait sans émission ;
- insensibilité à l'environnement métallique fixe : pas de perturbation à proximité d'un ferraillage de dalle béton, d'une feuille d'étanchéité ou de toute masse métallique fixe ;

- grande sensibilité : permet de pouvoir détecter les vélos ;
- réglages homogènes et pratiques : le réglage de sensibilité ne dépend pas de la distance capteur/détecteur. Le réglage se fait depuis le bord des voies. Le capteur est logé dans un fourreau, il peut être positionné, ajusté et extrait depuis le bord de la chaussée sans gêner le trafic ;
- pas de perturbation par l'eau même très chargée en sel : les capteurs sont étanches ;
- la mise en place est facilitée : la sensibilité des capteurs est suffisante pour pouvoir les placer à une profondeur importante. Cela évite qu'ils soient abîmés par les travaux de réfection de la chaussée. De plus, une seule rainure est suffisante : cela nécessite environ trois à quatre fois moins de travaux de découpe de chaussée que pour les boucles.

Malgré tous ces avantages exposés par le fabricant, le service de la voirie de Paris n'en est pas totalement satisfait :

- son coût est largement supérieur à celui d'une boucle inductive ;
- son réglage doit être effectué de façon très précise, ce qui n'est pas sans difficulté : le réglage se fait à l'aveugle. Les capteurs sont dans le fourreau et l'installateur opère de l'extérieur ;
- les capteurs détectaient le passage souterrain du RER, le réglage fin a nécessité l'intervention d'un spécialiste de MAGSYS muni d'un logiciel de calcul. De plus, les premiers réglages ne permettaient un taux de détection que de 80 %, ce qui est bien inférieur à ce qui est obtenu par les boucles inductives ;
- il faut prévoir un regard pour positionner, ajuster ou extraire les capteurs. Cela peut se révéler difficile en ville à cause des bordures de trottoir.

7.4 Les systèmes de détection par caméra

7.4.1 Le système TRAFICON

Le compte-rendu du congrès international ATEC de janvier 1998 sur le thème "Déplacements : l'ère de la gestion" consacre un paragraphe à la sécurité des carrefours.

Le procédé décrit est un détecteur de présence VIP3 : cet appareil est un processeur d'images vidéo développé par TRAFICON.

TRAFICON a mis au point le CCATS (Camera and computer aided traffic sensor) couplé au détecteur de présence VIP3.

CCATS analyse les changements de niveau de gris de plusieurs points de l'image vidéo. Les algorithmes de présence VIP3 utilisent un signal vidéo standard comme entrée pour en déduire la présence d'un usager près des feux de signalisation. Les sorties de la carte peuvent être liées à un contrôleur de feux afin d'intégrer les cyclistes dans la circulation.

L'avantage de ce système est que son installation ne nécessite pas de travaux sur la chaussée.

En revanche, son coût est encore élevé et il peut être soumis à l'action du vandalisme.

Si les fabricants assurent qu'il détecte tous les usagers de la route et qu'il a été testé dans de nombreuses villes en Belgique, les résultats spécifiques aux vélos ne sont pas exprimés. De plus, ce système ne paraît pas être un détecteur spécifique pour les vélos. Il convient de savoir s'il arrive à identifier les mobiles.

7.4.2 Le système HCIS

Le système est proposé par la société française Haute technologie capteurs, images et synthèse (HCIS) et est expérimenté à Dijon.

Le système, nommé ACTIV (Asservissement des contrôleurs par traitement d'images vidéo), est une application gérée par ETINA (Équipement pour le traitement d'images numériques autonome). ACTIV détecte en temps réel tous types de mobiles en mouvement ou non, compris dans les zones d'analyse définies par l'utilisateur. Les zones d'analyse sont matérialisées par des surfaces virtuelles de toutes formes et de toutes dimensions tracées à partir de l'image vidéo du site concerné. Le résultat de l'analyse spatio-temporelle des différentes zones est transmis au contrôleur de trafic via l'interface ETINA.

L'énorme avantage de ce système est qu'il ne nécessite l'installation que d'un seul capteur par carrefour.

Il est probant sur la détection des piétons mais n'a pas été installé dans le but de détecter les cyclistes. Aucun test d'évaluation n'a donc été fait à ce propos.

Son installation nécessite un portique assez haut puisque le capteur se trouve à 8 ou 9 m au dessus de la chaussée. Cela pose aussi un problème pour l'entretien.

7.5 Les systèmes de détection lasers : les radars à effet optique

Le matériel est proposé par la société SICK. Il s'agit d'un scanner laser.

Le scanner laser LMS est un système de mesure sans contact qui étudie l'environnement en deux dimensions. Il ne nécessite ni cible coopérative, ni marque spécifique.

Le LMS travaille d'après le principe de temps de vol. Une impulsion lumineuse très courte (quelques nanosecondes) est émise par une diode laser. Lorsqu'elle rencontre un objet, elle est réfléchie par celui-ci et revient vers le récepteur du scanner. Le temps séparant l'émission de l'impulsion et la réception du signal est proportionnel à la distance séparant le scanner de l'objet (temps de vol). Grâce à un miroir tournant à l'intérieur du capteur, le faisceau optique est dévié et balaye tout l'environnement dans un plan. La suite des mesures reçues permet de calculer le profil de l'objet.

Le brouillard, la neige et la pluie sont occultés de la mesure grâce à un traitement spécial. Il fonctionne aussi la nuit sans éclairage spécifique.

D'après une expérimentation, du constructeur, ce système permet de prendre en compte les véhicules en mouvement ou à l'arrêt et de déclencher le feu pour le passage des véhicules au vert. Selon la vidéo de ces tests, les vélos sont pris en compte par le système. La classification des véhicules est aussi possible et utilisée en Hollande par exemple pour la gestion prioritaire des transports en commun. Néanmoins, aucun site français n'est équipé de ce système.

Ce système a été développé pour des applications de très haute sécurité (nucléaire), ce qui explique son coût assez élevé pour des applications de trafic d'enjeu moins important.
Par ailleurs, il nécessite un portique d'installation. Il peut subir des actes de vandalisme.

7.6 Les systèmes radar à effet Doppler

Les radars à effet Doppler permettent de détecter les véhicules en mouvement.

Ils fonctionnent dans une bande de fréquence homologuée (10 à 25 GHz).

Le radar rayonne son énergie au moyen d'une antenne directive généralement de type parabolique de quelques degrés d'ouverture. Après réflexion de l'onde émise sur les véhicules en mouvement circulant dans sa zone d'action, l'onde rétrodiffusée revient sur la même antenne avec un décalage en fréquence plus ou moins important suivant le sens de déplacement et proportionnel à la vitesse du mobile.

Les conditions météorologiques, en particulier la pluie, peuvent influencer la précision de la mesure.

Ce système est testé à Valence, où il détecte indifféremment tous les usagers de la route, notamment les vélos. La seule condition est que ces véhicules se déplacent à une vitesse supérieure à 8 km/h. Cette condition n'est pas très restrictive : la grande majorité des cyclistes atteignent cette vitesse.

Il peut poser des difficultés lors de son réglage : le champ doit être suffisamment restreint pour ne prendre que les voies de circulation (et éviter de détecter les joggers sur le bas-côté). En revanche, il distingue les deux sens de circulation.

Les inconvénients de ce système sont :

- son prix,
- le risque d'être dégradé par le vandalisme,
- la détection de mouvements parasites, comme des feuilles d'arbres bougeant dans le vent,
- son dérèglement possible à cause des vibrations ressenties par son support : il faut donc effectuer des visites de contrôle assez fréquemment.

7.7 Les systèmes émetteurs-récepteurs

Ces systèmes ne sont pas employés en France.

De façon idéale, les systèmes émetteurs-récepteurs doivent être capables d'identifier les bicyclettes. Des signaux permanents sont envoyés entre des transpondeurs portés par les bicyclettes et des récepteurs situés le long de la route et particulièrement aux intersections. Cette identification automatique de bicyclettes pourrait être prise en compte par les contrôleurs de feux.

L'utilisation qui est faite de ces systèmes émetteurs concerne actuellement uniquement les transports en commun. Les systèmes émetteurs sont à l'avant des bus et envoient les informations sur le trajet du bus (retard éventuel, vitesse d'approche...) à des bornes réceptrices qui régulent ainsi le parcours des bus : elles avancent le passage du feu vert si le bus est en retard, ou le retardent si au contraire il est en avance sur l'horaire prévu de passage. Ce système ne peut pas être pour l'instant appliqué aux vélos car les systèmes embarqués sont lourds, volumineux coûteux et surtout non disponibles pour le public.

Un système similaire est utilisé dans les milieux sportifs, notamment pour les marathons ou les triathlons. Il s'agit du "Championchip". Ce système est mis au point par Texas Instrument. Il comprend une puce électronique que les athlètes fixent à leur chaussure. Elle ne contient aucune batterie et a donc une durée de vie illimitée. En passant sur un tapis équipé d'antennes, les coureurs entrent dans la zone de détection. 1 000 coureurs peuvent être contrôlés chaque minute pour une bande de seulement 4 m de large. Ainsi les informations concernant les coureurs, notamment leur temps de passage, sont transmises au poste central de la course.

Ce système marche aussi sur les cyclistes sportifs puisqu'utilisé dans les triathlons. Nous pourrions donc envisager de le transposer en ville. Mais les contraintes sont nombreuses :

- bien qu'une puce coûte cinquante francs, il paraît impossible d'imposer à chaque cycliste de s'équiper. Pour que ce système soit fiable, chaque cycliste et aussi chaque feu doivent être équipés. Les municipalité ne peuvent pas demander aux cyclistes d'acheter ce matériel s'ils ne peuvent pas l'utiliser ;
- le tapis est fortement dégradable. Son utilisation quotidienne supposerait de chercher à remplacer ce tapis par un autre système ;
- l'équipement de toute une ville nécessite une forte volonté politique pour favoriser les transports à vélo. Bien que de nombreuses municipalités soient enclines à prendre en compte les vélos, ce système est peut être trop radical et surtout impose des investissements trop lourds pour une part faible de la population.

7.8 Conclusion

La liste de systèmes de détection n'est pas exhaustive mais présente les systèmes les plus connus. Les systèmes les plus simples, tuyaux pneumatiques par exemple, ne sont utilisés que pour les comptages et ne sont pas assez fiables pour servir à l'intégration des vélos dans les systèmes de gestion du trafic.

En revanche, les boucles électromagnétiques qui sont les systèmes de détection les plus connus et les plus employés ont certainement un intérêt dans la détection de vélos de par les différentes configurations qu'elles peuvent prendre. De plus, leur coût est peu contraignant. Il apparaît intéressant de mettre à l'essai les différentes formes possibles pour déterminer leurs performances.

Quand aux systèmes novateurs utilisant radar et traitement vidéo, leurs possibilités semblent intéressantes, notamment dans les carrefours complexes où ils permettraient de détecter les usagers sur plusieurs voies à la fois. Cependant, ils devraient être testés afin de connaître leurs réelles capacités dans le traitement des vélos. Étant donné l'investissement qu'ils représentent, les gestionnaires attendent que ces systèmes soient testés avant d'envisager de les installer.

8. Conclusion

Les villes déploient des politiques d'aménagement cyclable mais l'intégration des vélos dans les systèmes de gestion du trafic urbain ne semble pas être une priorité.

Les principales raisons à ce manque d'intérêt pour la détection et l'intégration des vélos dans le trafic urbain sont :

- le manque de connaissance sur les systèmes de détection,
- l'absence de réelles preuves de fiabilité de la détection,
- les coûts induits par ces systèmes alors que la priorité financière actuelle des villes va à la mise en conformité des carrefours à feux pour l'échéance 2001,
- la difficulté de rendre optimale la prise en compte d'un type d'usagers sans pénaliser les autres.

Le recensement par questionnaire aura permis d'identifier les besoins des usagers et des exploitants et d'en discerner les priorités selon la configuration de l'aménagement de la chaussée. Il apparaît que les exploitants, mais également les usagers, ont d'autres priorités que les systèmes de détection. Les exploitants souhaitent en premier lieu mailler leurs réseaux cyclables avant d'en optimiser la gestion alors que les cyclistes souhaitent avant tout être respectés par les autres usagers grâce à des équipements simples et moins pénalisants pour les automobilistes, comme les sas.

L'intégration des cyclistes dans la gestion du trafic urbain ne peut se faire que dans le cadre de politiques de déplacements globales visant à la réduction des facilités de circulation automobile. Cela nécessite encore une évolution des mentalités dans beaucoup de villes.

Les exploitants et surtout les automobilistes font souvent l'amalgame entre systèmes de détection et priorité de passage et négligent l'aspect sécuritaire.

L'utilité des systèmes de détection n'est pas reconnue car ils sont jugés peu efficaces et coûteux. De plus, peu de publications ont été faites à ce sujet et il y a un manque d'informations et surtout de retour sur expérience, pour une large diffusion de ces solutions.

Pourtant de nombreuses configurations, notamment les carrefours réglés avec une position de repos, rendent la présence de systèmes de détection pour les vélos obligatoires.

La recherche de systèmes de détection a montré l'existence de capteurs variés, les plus utilisés étant les boucles électromagnétiques. Elles sont, en terme de détection du trafic automobile, les plus connues, éprouvées depuis plusieurs dizaines d'années et parmi les moins coûteuses des systèmes. Même si leur pose et leur maintenance peuvent être contraignantes, la technique est aujourd'hui maîtrisée.

En revanche, pour la détection des vélos, les formes multiples rencontrées nécessitent des expérimentations afin de déterminer leurs réelles performances et la pertinence de la forme.

D'autres systèmes plus novateurs mais également plus coûteux comme les systèmes à base d'une caméra ou d'un scanner laser pour gérer un carrefour devrait être testés dans le cas où un trafic cycliste est connu.

Les gestionnaires du trafic urbain investiront davantage dans les systèmes de détection pour les vélos quand ils seront convaincus de leur fiabilité et de leur réelle aptitude à sécuriser les intersections pour

les cyclistes. Ce manque de connaissances doit être comblé : il est indispensable de conduire des évaluations de ces systèmes de détection pour les vélos et d'en diffuser les résultats.

Table des illustrations

Figure 1 : Estimation des principaux inconvénients de la pratique du vélo en ville par les cyclistes et les non-cyclistes (Étude Lillàvélo, 1992). 10

Figure 2 : Voie de tourne-à-droite. 17

Figure 3 : Couloir de présélection. 18

Figure 4 : Sas. 19

Figure 5 : Tourne-à-gauche indirect avec bande colorée. 19

Figure 6 : Rapprochement de la piste. 20

Figure 7 : Transformation de la piste en bande vingt mètres avant le carrefour. 20

Figure 8 : Éloignement de la piste cyclable. 20

Figure 9 : Schéma du dispositif. 21

Figure 10 : Schéma d'une ligne de feu avancée. 22

Figure 11 : Signal tricolore modal. 23

Figure 12 : Signal tricolore d'anticipation modal. 23

Figure 13 : Carrefour Roosevelt-Forêt. 30

Figure 14 : Sas cyclable et radar à effet Doppler. 31

Figure 15 : Piste cyclable sur le quai Branly et boucle de détection de vélo. 33

Figure 16 : Place de l'Étoile. 35

Figure 17 : Piste cyclable traversant une route fréquentée. 36

Figure 18 : Feu modal vélo avec boucle magnétique au débouché d'une piste cyclable en Hollande. 37

Figure 19 : Homme marchant sur le capteur. 49

Figure 20 : Bicyclette passant lentement sur le capteur. 49

Figure 21 : Automobile passant sur le capteur. 49

Figure 22 : Marquage indiquant aux cyclistes la meilleure trajectoire pour être détectés. 50

Figure 23 : Différentes formes de boucles électromagnétiques. 50

Figure 24 : Forme de la boucle magnétique de Counters and accessories. 51

Figure 25 : Schéma d’implantation d’une boucle 73

Bibliographie

La ville cyclable Concept, conditions et impacts. Frédéric HERAN, Frédéric. Recherche Transports Sécurité, juin 1995, n° 47, p. 35-39.

A threefold classification of French cyclists : a slight lessening of the down market image of the bicycle. Francis PAPON. Proceedings.

Les modes oubliés : marche, bicyclette, cyclomoteur, motocyclette. Francis PAPON. Recherche Transports Sécurité, juillet-septembre 1997, n° 56, p. 61-15.

Instruction et Recommandations pour la prise en compte des cyclistes dans les aménagements de voirie. Direction des Routes, Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières. Paris, novembre 1996, p. 8.

Communiqué de presse "***Une modification du Code de la Route pour faire du vélo un mode de transport à part entière"***. Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière. Paris, 16 septembre 1998.

Guide Carrefours urbains. CERTU. Lyon, janvier 1999, p. 147-152.

ADONIS, Best Practise to promote cycling and walking. Copenhague, Danish Road Directorate, 1998.

Un vélo, un enjeu pour la ville. Philippe DUFETELLE. Strasbourg, Club des villes cyclables, avril 1993, p 5.

Les capteurs de trafic routier, Guide technique. SETRA. Bagneux, décembre 1995.

Mise en conformité des carrefours à feux, aide au diagnostic des installations. CERTU. Lyon, mai 1999.

Instruction interministérielle sur la signalisation routière, Livre I, 6è partie. Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, Ministère de l'Intérieur et de la Sécurité Publique, Direction des Journaux Officiels, 1992.

Carnet d'adresses

Communautés urbaines, villes

Communauté urbaine de Lyon (69)
- Service voirie études : M. Daniel BADOIL
- Service signalisation lumineuse : Mme FABARDINE

Communauté urbaine de Strasbourg (67) :
- M. Jean-Luc MARCHAL
- SIRAC : M. HEITZ, M. Benoît WOLLF, M. LANGEL

Mairie de Paris
- Observatoire des transports (75) : M. Guy LERAY, Mme Claude PITOUX
- Services techniques : M. Daniel DECANT

Mairie de Rouen (76) : Mme SAUMUR

Mairie de Valence, Service régulation (07) : Mlle Véronique MICHEL

City of San Diego, Bicycle coordinator (USA) : M. Michael JACKSON

Canton de Génève (Suisse) : M. Claude MOREL

Ministère de l'Équipement

CETE de l'Est (57) :
- Expert vélo : M. François TORTEL
- Service gestion des trafics : M. Daniel STANCZYK

CETE de Lyon (69) :
- Expert vélo : Mme Édith METZGER
- Service gestion de la circulation : M. Christophe DAMAS

CETE Nord-Picardie (59), Expert vélo : M. Jean-Jacques LAINE

CETE du Sud-Ouest (33) :
- Expert vélo : M. André SCHOELL
- ZELT : M. COUDERC, M. DRUILHE

Associations et organismes divers

ADTC, Grenoble (38) : M. Armand PORTAZ, Mme Françoise PONS

Observatoire vélo, Strasbourg (67) : M. Daniel HAUSER

Interface for cycling expertise, Delft (Pays-Bas) : M. Roelof WITTINK, M. Jeroen BUIS

Entreprises privées

CA+, Mitlon Keynes (UK) : M. WESTWOOD

CEGETEL PARCOMATIC, Bretigny (93) : M. DICKO

SEA SIGNALISATION, Vaulx en Velin (69) : M. VERGNAUD

STERELA, Pins-Justaret (31) : M. LELARGE

BRIME SUD, Toulouse (31) : M. Jean-Claude ALAUX

Glossaire

ADONIS : Analysis and development of new insight into substitution of short car trips by cycling and walking

ADTC : Association pour le développement des transports en commun

ATEC : Association transports environnement circulation

CADR : Comité d'action deux-roues

CETE : Centre d'études techniques de l'équipement

CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

CISR : Comité interministériel de sécurité routière

INRETS : Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

LOTI : Loi d'orientation des transports intérieurs

MDT : Département des transports du Montana

PDU : Plan des déplacements urbains

RER : Réseau express régional

REVV : Roulons en ville à vélo

VL : véhicule léger

ZELT : Zone expérimentale de trafic de Toulouse

Annexes

Annexe 1 **Des textes de loi sur la circulation cycliste**

Annexe 2 **Les visites sur des sites équipés de détection pour les vélos**

Annexe 3 **L'enquête sur l'intégration des cyclistes dans les intersections**

Annexe 1

Des textes de loi sur la circulation cycliste

Annexe 1.1 Un commentaire sur la loi sur l'air

Annexe 1.2 Les modifications du code de la route

Annexe 2

Les visites sur des sites équipés de détection pour les vélos

Annexe 2.1 Le compte rendu de visite à Valence

Annexe 2.2 Le compte rendu de visite à Strasbourg

Annexe 2.3 Le compte rendu de visite à Paris

Compte rendu de visite : Services techniques de régulation du trafic de la ville de Valence

Entretien avec Mlle Véronique MICHEL au service de la voirie

Les 60 carrefours à feux de la ville de Valence ne sont pas gérés de la même façon :

- 15 carrefours à feux de la rocade, ainsi que 30 carrefours des boulevards ont des cycles à temps fixes et différents plans de feux selon les heures de la journée ;
- 20 carrefours à feux fonctionnent à la demande. Ils sont installés selon le principe du rouge intégral. Cela signifie que tous les feux sont rouges quand il n'y a pas de trafic. Les véhicules sont détectés par des boucles électromagnétiques ou par un radar à effet Doppler. Ce radar à effet Doppler détecte tout mouvement à partir d'une vitesse de 8 km/h. Cela permet aux gestionnaires de garantir des vitesses d'approche des carrefours faibles car, en ralentissant, les automobilistes réussissent à passer au feu sans devoir s'arrêter. Cela si, bien sûr, il n'y a pas de mouvement antagoniste détecté auparavant sur les autres axes. En effet, ce système fonctionne selon le principe du "premier arrivé, premier servi". Pourtant, il est donné une priorité aux vélos : bien qu'il y ait un comptage d'ancienneté, l'incrémentation croît deux fois plus vite pour les vélos que pour les voitures.

Cependant, exception est faite, la plupart du temps, pour les transports en commun qui, eux, ont droit, autant que possible, à la priorité. Cette mesure fait partie intégrante de la politique de la ville de promouvoir les transports autres que l'automobile.

Les voies de bus sont, si elles sont suffisamment larges avec au moins 4,5 m de large, autorisées pour le trafic cycliste. Et si le couloir bus est en site propre, il est équipé de boucles électromagnétiques aux feux.

Les carrefours à feux sont équipés de deux types de boucles : les boucles longues de 30 m situées à 40 m des feux et des boucles de présence, placées au pied du feu. Les boucles de présence servent à appeler le feu vert alors que les boucles longues permettent de prolonger le temps de feux pour autoriser le passage de tout le flot de véhicules si cela est possible. La municipalité a, à certains endroits, remplacé les boucles longues par des radars à effet Doppler et envisage de remplacer les boucles de pied de feux par des radars à effet optique. Cependant, il convient d'utiliser des appareils discrets afin de limiter les actions du vandalisme et de ne pas recevoir de plaintes d'usagers qui auraient peur d'être surveillés.

En ce qui concerne les carrefours isolés, au sens où fonctionnant à la demande, ils ne sont pas gérés par le PC du service circulation, les cyclistes sont détectés grâce à des boutons poussoirs spécifiques qu'ils doivent actionner pour être pris en compte. Des panonceaux ont été installés pour attirer leur attention sur ce fait.

Sur certains carrefours, comme le carrefour Roosevelt-Forêt, lorsqu'il n'y a pas de circulation, le feu est rouge sur toutes les voies automobiles. Sur ce carrefour, sur les mouvements de tourne à droite, les vélos n'ont pas de bouton poussoir mais leur feu est vert dès qu'il n'y a pas de véhicules sur la route.

Cela permet aux cyclistes et aux piétons de se trouver plus en sécurité sur un refuge et de pouvoir actionner un bouton poussoir pour continuer leur traversée. Ce système a été instauré dans un souci de sécurité. Pourtant, il est probable que les cyclistes, sachant que les feux automobiles sont rouges, traversent sans demander et ni attendre le feu vert. Dans ce cas, la sécurité de ce système paraît moindre que si tous les mouvements cyclistes étaient verts.

Le schéma de ce carrefour est fourni en fin de compte rendu.

Dans ces carrefours isolés, les vélos sont aussi détectés par les mêmes boucles électromagnétiques que les véhicules motorisés. Ce sont des boucles trapézoïdales inclinées à 45 ° pour avoir une plus grande efficacité.

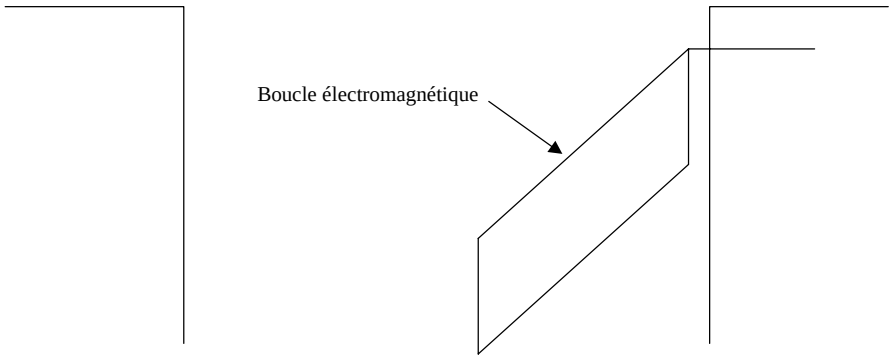


Figure 25 : Schéma d'implantation d'une boucle

La sensibilité de ces boucles est réglée très finement pour pouvoir détecter les vélos qui passent donc sur le bord de la chaussée, sans que cela semble poser de problèmes. Si les vélos roulent sur piste cyclable, la boucle se prolonge sur la piste en passant sous le séparateur de voies. S'il s'agit d'une bande cyclable, la boucle s'arrête à 30 cm du bord de la chaussée, ce qui est suffisant, d'après les techniciens, pour pouvoir détecter les vélos. Cependant, ce genre de système permet juste d'enregistrer une présence mais en aucun cas de distinguer les différents types de véhicules.

Sur certains carrefours en T, comme le carrefour entre l'avenue des Baumes et la rue Bérenger, un dispositif différent est mis en place. La route secondaire est équipée de feux surmontés d'un radar à effet Doppler et aussi d'un sas pour les deux roues. Tous les appels, que ce soit des véhicules motorisés ou des bicyclettes, sont détectés, à condition toutefois de se déplacer avec une vitesse supérieure à 8 km/h. De plus, la détection par radar est doublée par la présence d'une boucle électromagnétique en pied de feu. L'inconvénient de ce type d'installation est que le radar peut enregistrer des appels parasites : des problèmes sont apparus par temps venteux lorsque le vent agitait une branche d'arbre dans le faisceau du radar. Il arrive parfois aussi que le radar perde sa position optimale de détection : au cours du temps, il peut, à cause des vibrations dans le support, se déplacer ou tourner légèrement et détecter des mouvements sur le bas-côté par exemple. Les joggers par exemple sont détectés par ce système : ils ont en effet une vitesse suffisante. Par contre, le centre de traitement est capable de faire la différence entre les sens de déplacements.

La municipalité n'a pas pu faire d'études pour mesurer l'impact de ces systèmes sur le trafic, les temps de parcours ou les nombres d'accidents. Néanmoins une association de cyclistes très active, REVV, n'a pas donné de retours négatifs vis-à-vis de ces systèmes.

Ce sont souvent les carrefours de grandes dimensions de la rocade ou sur les boulevards qui posaient problèmes aux cyclistes. Le temps minimum pour la traversée était dimensionné pour les véhicules motorisés, c'est à dire un temps de vert minimum de 10 s, ce qui est insuffisant pour les cyclistes, notamment sur le carrefour Verdun-Guyemer. Actuellement les cyclistes se qui déplacent sur des pistes cyclables, ont des feux spécifiques aux carrefours et les temps de feux sont calculés pour eux, c'est à dire avec des temps de dégagement calculés avec des vitesses de 5 à 6 m/s.

Compte rendu de visite : Service de régulation des feux de la ville de Strasbourg.

Personne rencontrée : M. Benoît WOLLF

M. MARCHAL responsable de la sécurité des vélos nous a parlé d'une dizaine de feux équipés de systèmes de détection. Il s'agirait de systèmes de microrégulation à boucles électromagnétiques. Les tuyaux pneumatiques ne sont pas employés pour ce type d'opérations en raison de leur forte dégradabilité.

Au SIRAC (service circulation, régulation des feux), plusieurs interlocuteurs :

- le chef de service, M. HEITZ ;
- Freddy WACH, qui s'est occupé des la mise en place des feux pour les vélos ;
- Francis LAUCHER ;
- Benoît WOLFF ;
- M. LANGEL, qui s'occupe plus précisément des comptages de vélos.

En ce qui concerne les comptages, ils sont effectués grâce à des tuyaux pneumatiques fins. Ceux de la société SOFRELA ont été retenus car ils permettent sans grand changement de faire aussi des comptages de véhicules motorisés. Ceux de la société STERELA ne permettent que le comptage spécifique des vélos.

La détection des vélos se fait avec des boucles électromagnétiques de microrégulation disposées 5 ou 6 m en amont de la ligne de stop sur la piste cyclable. Il peut s'agir aussi de détecteurs volumétrique qui sont aussi installés en site propre. Les boucles sont formées de 3 spires carrées enterrées sous la chaussée à une profondeur de 5 cm. Le dispositif est, cependant, toujours doublé de boutons poussoirs au cas où il y ait un problème avec l'appareillage de détection. Si le cycliste a été détecté, un signal lumineux clignotant situé au niveau des feux se met en route, ainsi celui-ci est-il avertit que sa présence a été prise en compte. Les sorties de pistes cyclables équipées de détecteurs à vélos ont des feux propres.

Les autres carrefours sont seulement équipés de boutons poussoirs et la nouvelle politique mise en place par la communauté urbaine consiste à vouloir faire utiliser les passages piétons aux cyclistes. Dans ce cas, ils utilisent les mêmes boutons poussoirs que les piétons. Ce système paraît faire perdre du temps aux vélos, mais il est apparu des problèmes de sécurité aux carrefours équipés de détecteurs : les cyclistes qui étaient habitués à avoir le feu vert lorsqu'ils arrivaient au carrefour ne tenaient plus compte du feu : qu'ils aient été détectés ou non, que le feu marche ou non, ils passaient.

La ville de Strasbourg est dotée, à la fois, d'un schéma directeur vélo et d'une charte vélo. Les aménagements cyclables couvrent un linéaire de 300 km environ. Parmi ces aménagements, certains utilisent des couloirs de bus. Environ deux tiers des couloirs réservés aux bus le sont aussi aux vélos. Cependant, ce chiffre n'est pas amené à évoluer fortement dans les prochaines années : cela nécessite de faire passer la largeur du couloir de bus de 3,50 à 4,50 m et la ville manque de place pour pouvoir le faire.

Les aménagements à Strasbourg comptent une majorité de pistes cyclables. En effet, autant les gestionnaires du réseau que les usagers préfèrent cette solution qui leur paraît plus sûre que les bandes cyclables.

Pour les bandes cyclables, le traitement des intersections consiste à faire un marquage vert au niveau du passage piéton. Ainsi les cyclistes passent-ils en même temps que les piétons mais sur un espace qui leur est destiné. Il existe aussi quelques sas qui permettent aux cyclistes de démarrer avant les voitures.

Les pistes cyclables ont les mêmes types d'aménagements aux intersections. Dans des cas particuliers, des feux spécifiques pour les cyclistes ont été installés. Ceux-ci sont équipés de boucles électromagnétiques qui permettent la détection des deux-roues légers. Elles sont installées au pied du feu au droit de la ligne de feu. Elles sont reliées à des détecteurs sensibles qui peuvent enregistrer la présence de matériaux peu métalliques. Par contre, leur position a été étudiée pour qu'elles ne soient pas influencées par le passage des véhicules à proximité.

Le premier cas de figure où ce dispositif est implanté est un carrefour place de l'Étoile. Ce carrefour est très fréquenté, notamment par les cyclistes puisqu'il voit le passage, chaque jour, de 4 000 cyclistes. Il supporte le passage d'une piste cyclable arrivant d'Allemagne et se dirigeant vers le centre de Strasbourg. Le fort passage de cyclistes et de piétons a amené les gestionnaires à mettre en place une phase spéciale de vert pour eux. Cette phase dure environ 14 s, avec un temps de dégagement calculé sur la vitesse des piétons de 1 m/s. Cette phase se déclenche sur appel d'un piéton par un bouton poussoir ou par passage d'un cycliste sur la boucle. Si la boucle a enregistré le passage du vélo, un feu clignotant se déclenche au dessus du bouton poussoir. Si le cycliste n'est pas passé suffisamment près de la boucle et n'a pas été détecté, le signal ne s'allume pas et il doit appuyer sur le bouton poussoir pour faire enregistrer sa demande appel. Ce système permet de contenir l'impatience des cyclistes qui savent, ainsi, qu'ils vont pouvoir passer. Cela évite, souvent qu'ils traversent alors que leur feu est rouge.

La seconde configuration est le cas d'une piste cyclable traversant une route départementale en périphérie de la ville. Deux carrefours sont aménagés de la sorte. Les boucles sont installées de la même façon que place de l'Étoile : pratiquement en pied de feu, doublées d'un bouton poussoir. À ces endroits, la communauté urbaine avait le choix entre installer des carrefours à feux avec des systèmes de détection et des carrefours avec priorité pour la route principale et cédez le passage pour les cyclistes. Financée par le département, c'est la première solution qui a été retenue. En effet, autant la route principale que la piste cyclable jouissent d'un fort trafic. La piste cyclable est inscrite dans un réseau cyclable européen et relie l'Allemagne au centre de Strasbourg. Elle est utilisée par des "cyclistes sportifs" notamment et en particulier l'été et le week-end. Le système de feux permet de garantir aux usagers une traversée de la route sûre. En fait, des boutons poussoirs auraient été jugés suffisants par les gestionnaires, mais la piste cyclable longe un canal et des écluses. Il n'est pas exclu que des véhicules utilisent la piste cyclable comme voie de desserte. Les boucles servent avant tout à prendre en compte ces véhicules. Mais bien sûr, une fois installées, elles sont réglées pour détecter aussi les vélos. Mais elles sont placées trop près des feux pour que les cyclistes soient dispensés de s'arrêter. Quelques vingt mètres avant le feu, le temps de parcours du cyclistes serait suffisant pour qu'il n'ait pas à s'arrêter. Interrogé sur ce fait, le responsable avoue que c'est envisageable mais que ce n'est pas une priorité. C'est pourquoi, les cyclistes attendent rarement que le feu passe au vert pour traverser. Cela entraîne une coupure de la circulation sur la route principale que les usagers ont du

mal à comprendre et donc à respecter. Pourtant, ces feux sont installés plus bas que des feux normaux, sans répétiteur et le signal du bouton poussoir clignote dès que le véhicule, vélo ou autre, passe sur la boucle. Nous pouvons espérer que s'il comprend que sa demande de traverser est prise en compte, le cycliste sera plus patient et attendra que le feu passe au vert. Mais aucune diffusion n'a été mise en place par la communauté urbaine pour signaler ce dispositif et son fonctionnement. Soit le cycliste est un habitué, auquel cas, il remarque vite le fonctionnement du système de détection ; soit il emprunte l'itinéraire pour la première fois et il est plus prudent. Seuls les nouveaux itinéraires sont mis à la connaissance des usagers. Néanmoins, les associations, notamment le CADR (Comité d'action deux-roues), sont suffisamment vigilantes pour remarquer la moindre modification des aménagements cyclables et s'informer auprès du SIRAC. La crainte des gestionnaires est que les usagers une fois habitués à être systématiquement détectés passent sans faire attention à la couleur des feux et que cela crée des accidents, qui sont d'autant plus graves que les usagers sont des cyclistes. Le schéma et le plan de feux de cette intersection sont joints en fin de compte rendu.

Ce sont les deux seuls types de configuration où la ville a jugé nécessaire d'employer des boucles électromagnétiques pour détecter les vélos. D'après les gestionnaires, il n'est pas prévu d'installer de nouvelles boucles. En effet, la politique que la ville souhaite voir se développer est d'intégrer les cyclistes dans les mouvements de piétons. Des marquages spéciaux de couleur verte sont dessinés aux passages piétons et délimitent un espace de passage pour les cyclistes. Cela permet de ne pas perdre de temps en une phase spéciale ou temps de dégagement rallongé pour les cyclistes. Lorsqu'une phase est rajoutée pour les piétons, si la route est à fort trafic, le temps de dégagement est calculé pour les piétons et convient donc tout à fait aux cyclistes.

Compte rendu de visite : Services techniques de régulation du trafic de la ville de Paris

Personnes contactées : M. DECANT des services techniques de la voirie, M LERAY et Mme PITOUX, du service de la voirie, spécialisés dans les aménagements cyclistes.

Une visite aux services techniques de la voirie et un entretien avec M. DECANT ont été programmés le 28 mai 1999. Ont assistés à la réunion : M DECANT, son adjoint, un contrôleur des travaux du service et leur interlocuteur d'EDF signalisation.

La visite comprend des déplacements sur chantier de pose de boucle électromagnétique, sur le site expérimental équipé de détection pour vélo et au PC de régulation Lutèce.

La ville de Paris est en train d'élaborer un plan de déplacements urbains incluant les transports à vélos conformément à la nouvelle loi sur l'air. L'objectif de la municipalité est de dessiner un espace public mieux partagé entre tous les moyens de transport, tant individuels que collectifs.

Les aménagements cyclables couvrent 127 km, mais ne forment pas un réseau maillé.

Plusieurs types d'aménagements sont employés pour permettre la traversée cycliste des carrefours à feux :

- sas ;
- feux spécifiques ;
- couloirs de préselection ;
- détection automatique des cyclistes.

Lorsque le carrefour n'est pas équipé de feux de signalisation tricolores, la piste est interrompue et le cycliste est réintroduit dans la circulation générale.

Pour privilégier les traversées cyclistes par rapport au trafic automobiles, la municipalité de Paris envisage de modifier les temps de sécurité des feux. En effet, des feux vélos R 13 c (phase spécifique ou décalée) sont installés dès que la traversée d'intersection est jugée dangereuse pour les cyclistes.

Dans la ville de Paris, plusieurs cas de figures de prise en compte des vélos aux intersection existent existent :

- lorsque la circulation à vélo est importante à des moments précis de la journée ou de l'année et que les gestionnaires ont jugés bon de définir des phases de vert pour les cyclistes ;
- lorsque la circulation cycliste se fait dans des contre-allées et que le feu vert ne leur est accordé que si leur présence est détectée ;
- pour protéger la continuité d'un réseau cyclable dans le cas d'une forte circulation automobile que doit couper le cycliste.

Le service de la voirie s'occupe de la maintenance des feux, de la régulation et des systèmes de comptage. Elle est aussi maître d'œuvre en ce qui concerne les travaux de rénovation ou les aménagements de voirie. EDF Signalisation est le bureau d'études qui s'occupe de la coordination des travaux et du contrôle.

Les services techniques de Paris sont organisés de façon suivante :

- huit sections de travaux qui sont des services d'exploitation ;
- un service central : à la fois bureau d'études, vérificateur des propositions faites par les sections de travaux et organisateur des carrefours à feux, gérés grâce à l'application du logiciel SURF 2000.

La ville de Paris gère environ 1570 carrefours, parmi lesquels 1260 sont reliés au PC régulation Lutèce. Ces carrefours ont jusqu'à 32 lignes de feux.

Il y a 164 paquets reliés au PC Lutèce, chaque paquet peut contenir jusqu'à 10 carrefours.

Depuis peu de temps, les fibres optiques de la RATP sont utilisées par les services techniques à la place des câbles en cuivre entre le contrôleur et le point de livraison. En effet, entre le feu et le contrôleur, puis entre le contrôleur et l'arrivée au réseau RATP, des câbles de cuivre sont encore utilisés, ainsi qu'entre le point de livraison et le PC Lutèce. Un point de livraison peut approvisionner environ dix carrefours. La technique des fibres optiques permet d'augmenter considérablement le qualité de transmission des informations, notamment lorsque le point de livraison est éloigné du PC. Auparavant, des pertes d'informations étaient enregistrées au niveau du jarretièrage successif des paires torsadées.

Ce nouveau système complique le réseau : les fibres optiques appartiennent à la RATP et utilisent le réseau de galeries du métro. Les points de livraison doivent donc se trouver près de stations de métro. De plus, cela fait intervenir un troisième acteur qu'est la RATP et peut créer des difficultés supplémentaires avec les feux, les deux autres acteurs étant la Mairie de Paris et EDF. Cela complique l'échiquier des interventions.

Deux types d'utilisation des informations sont possibles :

- les plans de feux sont modifiés en fonction de la circulation en temps réel,
- les carrefours sont scrutés, surveillés sans intervention du gestionnaire.

Les capteurs permettent d'être informé en temps réel des défauts mineurs ou majeurs qui interviennent sur le réseau. Les carrefours envoient leur position toutes les 5 s. Ils donnent deux sortes d'information : des comptages(943 stations de comptages) et des taux d'occupation.

Le taux d'occupation est calculé grâce à des boucles seules, situées 50 à 80 cm avant le carrefour et activées par le passage d'un véhicule. S'il n'y a pas d'information, deux situations sont possibles : soit les véhicules sont arrêtés, soit la circulation est très fluide.

Le traitement des informations consiste à ne pas envoyer trop de trafic sur les carrefours aval congestionnés. C'est pourquoi des radar à effet Doppler sont utilisés en complément en amont des feux pour mesurer la vitesse d'écoulement des véhicules : si cette vitesse est trop faible alors que le feu est vert, il repasse au rouge.

En ce qui concerne les boucles électromagnétiques, M. DECANT nous a fourni les spécifications techniques particulières pour leur pose. Le nombre de boucles sur un profil est de : 2n-1 où n est le nombres de files. Les véhicules sont comptés deux fois. Des boucles en huit sont utilisées pour éviter les interférences entre deux détecteurs. En effet, un détecteur ne peut être relié qu'à quatre boucles. Dans le cas de voies à plus de deux files, ces boucles particulières doivent être utilisées.

Nous avons pu visiter un chantier de pose de boucles sur une contre-allée. La boucle installée est rectangulaire implantée parallèlement au feu, à environ 1 mètre de la ligne de feu. Elle est disposée à 30 cm du bord du trottoir et prend donc en compte les cyclistes qui pourraient passer. Elle comporte quatre spires et les bords de la saignée ont été cassés pour que les câbles de cuivre ne soient pas sectionnés lors des mouvements de la chaussée. D'après l'entrepreneur chargé des travaux, ces boucles sont suffisamment sensibles pour détecter les vélos, même modernes, car leur réglage est très sensible : une pelle peut par exemple les déclencher. Par contre, il est fait très attention à la queue de boucle dont les fils sont torsadée pour limiter le champ magnétique. De même les véhicules qui passent sur la route adjacente ne peuvent pas déclencher ces boucles.

Le carrefour où sont expérimentés les systèmes de détection spécifiques pour les vélos se situe quai Branly au croisement de la voie sur berge sur la rive gauche et de la piste cyclable longeant la berge. À cet endroit, les systèmes de détection ont été installés à cause d'une forte demande piétonne et cycliste toute l'année. Les appels piétons sont enregistrés grâce à des boutons poussoirs et la piste cyclable qui coupe la voie sur berge quelques centaines de mètres plus loin est équipée de détecteurs pour les vélos. Le schéma des lieux et le plan des feux sont fournis en fin de compte rendu. Si un piéton ou un cycliste demande à passer, les deux feux reçoivent le même ordre mais le moment de déclenchement est antérieur pour le passage piéton. Le temps de parcours de l'intersection est calculé pour la vitesse des piétons, à savoir 1 m/s, et est sécuritaire pour les cyclistes.

L'installation de détection automatique pour les cyclistes est la suivante :

- un capteur spécifique de marque MAGSYS placé 100 m avant le feu ;
- une boucle électromagnétique sensible constituée de 4 rectangles de 4 spires en pied de feux ;
- un bouton poussoir sur le support des feux mais il doit être enlevé.

Le capteur a été placé 100 m avant le feux de façon que les cyclistes arrivant à une allure assez rapide (22 km/h) trouvent le feu vert en arrivant au carrefour. Les gestionnaires ont choisi cette vitesse de 22 km/h en tenant compte de la configuration du terrain : ligne droite en légère descente, parcours sans intersection amont proche, en dehors du centre. Les cyclistes qui l'empruntent sont des habitués.

Étant donné le fort flux de piétons, il a d'abord été envisagé de ne déclencher ces feux que par pression sur bouton poussoir d'un piéton. Puis les gestionnaires se sont rendus compte que par temps pluvieux ou en hiver il n'y avait pratiquement pas de passage de piétons alors que quelques cyclistes circulaient quand même. De même, ces flux, très ponctuels (pas le soir, ni aux heures de pointe, ni par temps pluvieux), ne permettaient pas de prévoir une phase permanente pour les piétons et les cyclistes car le risque est que ce feu perde sa crédibilité auprès des automobilistes. Il était, de plus, important pour les gestionnaires de rendre crédible la politique de déplacements à vélo et de prendre en compte cet axe cyclable.

Le fonctionnement de ce système est simple : le cycliste qui arrive sur la piste cyclable est détecté par déclenchement du capteur situé à 100 m du feu. Le temps qu'il parcourt ces 100 m, le feu modal cycliste passe au vert. La durée de vert est de 16 s. Par contre, si un vélo ou un cycliste a déclenché le feu peu de temps auparavant, le cycliste trouve le feu rouge à son arrivée, le temps pour les automobiles sur la voie sur berge de voir leur phase minimale de vert. Dans ce cas, le contrôleur sait que le cycliste est présent au feu grâce aux boucles placées en pied de feu. Cela permet aussi de détecter les cyclistes qui n'auraient rejoint la piste cyclable qu'après le capteur en amont.

Le capteur MAGSYS a été installé après avoir été testé par les laboratoires de la ville de Paris.

L’installation comporte deux capteurs introduits dans une gaine en aluminium. Ces capteurs enregistrent les ondes magnétiques dans les trois directions : horizontale, verticale et latérale. C’est un avantage pour détecter les deux roues qui sont tout en hauteur par rapport à la route. Cependant, le premier problème rencontré a été que ces capteurs étaient sensibles au passage souterrain du RER. La seconde difficulté a été de bien positionner les capteurs par rapport au passage des vélos et l’un par rapport à l’autre pour atteindre le niveau de détection souhaité. Cela a demandé de nombreux essais et cette installation est beaucoup plus longue et initialement moins précise que celle d’une boucle. Un logiciel de calcul est nécessaire pour parvenir à installer au bon endroit les capteurs. Les premiers essais montraient un taux de détection des vélos de 80 %, après de nombreux essais et tâtonnements, il est aujourd’hui de 95 %, c’est à dire équivalent à celui d’une boucle.

Les gestionnaires du trafic de la ville de Paris pensent que les systèmes de détection automatique doivent être utilisés mais avec parcimonie et dans des cas bien précis. Ils préfèrent les cycles spécifiques à l’installation de boutons poussoirs Il n’est souvent pas nécessaire de prévoir des cycles spécifiques pour les cyclistes : les sas mis à leur disposition permettent d’assurer leur sécurité et l’alternance des cycles des feux automobiles sur les directions antagonistes est suffisante pour permettre le passage de tous les usagers. De plus, dans les carrefours où débouchent les aménagements cyclables les temps de dégagement sont calculés pour les cyclistes avec des vitesses de 5 à 6 m/s.

Par contre, il arrive parfois que trop de précautions soient prises pour les cyclistes : sur le pont Charles de Gaule, un cycle spécifique aux vélos est systématique ce qui entraîne une forte réduction de capacité des voies alors que la circulation cycliste est faible et aléatoire. Dans un tel cas, la détection automatique des vélos trouve son utilité pour rajouter une phase de vert pour les vélos uniquement lorsqu’ils se présentent à l’intersection.

Le cas des coursiers à vélo a été évoqué : ils ont une vitesse moyenne de 40 km/h et préfèrent circuler dans le flot banalisé de circulation. Il est très difficile de prendre en compte toutes les vitesses cyclistes.

Annexe 3

L'enquête sur l'intégration des cyclistes dans les intersections

Annexe 3.1 **Le questionnaire envoyé aux villes**

Annexe 3.2 **Le questionnaire envoyé aux associations**

Annexe 3.3 **L'exploitation des résultats des questionnaires**

ENQUÊTE SUR LA PRISE EN COMPTE DES VÉLOS DANS LES SYSTÈMES D'EXPLOITATION DU TRAFIC URBAIN

1) *Identité de l'organisme* :

- Nom :.....
- Adresse :.....
  .....

2) *Politiques de transport concernant les deux-roues :*

- Existe-t-il un schéma directeur vélo ?

  oui non

- Existe-t-il une charte vélo ?

  oui non

- Quelle est l'origine de votre politique sur les vélos :

.....
.....
.....
.....
.....

3) *Aménagements* :

- Combien de kilomètres font vos aménagements cyclables ?.....
- Les couloirs réservés aux bus sont-ils aussi réservés aux vélos ?

  oui non

Si oui, sur combien de kilomètres ?.....
Quelle proportion des couloirs de bus cela représente-t-il ?.....

- Description des derniers aménagements réalisés :.....

.....
.....
.....
.....
.....

4) *Gestion des traversées à feux*

- Lorsqu'une bande cyclable débouche sur une intersection à feux, les aménagements rencontrés sont :

  un marquage spécifique de la traversée cycliste dans le carrefour

  des feux avec un sas pour les cyclistes

  un feu différencié pour les cyclistes qui se déclenche avant le feu pour les véhicules

Remarques complémentaires :.....
.....
.....
.....
.....

- Lorsqu'une piste cyclable débouche sur une intersection à feux, les aménagements rencontrés sont :

  un marquage spécifique de la traversée cycliste dans le carrefour

des feux avec un sas pour les cyclistes

un feu différencié pour les cyclistes qui se déclenche avant le feu pour les véhicules

Remarques complémentaires :.....
.....
.....
.....
.....

- Envisagez-vous de privilégier les traversées cyclistes par rapport aux automobiles ?

  oui non

- Si oui, comment ?

  prise en compte des traversées cyclistes dans les temps de feux

  détection pour intégration dans la gestion du trafic (dans le cas de pistes cyclables arrivant dans un sas)

  détection pour passage prioritaire avec 2 à 3 s. d'avance sur les voitures

  autres, précisez :.....

Remarques :.....
.....
.....
.....

5) *Systèmes de détection*

- Utilisez-vous ce genre de système pour détecter automatiquement les cyclistes ?

  oui non

- Si oui, lequel ?

  boucle magnétique caméra

  tuyau pneumatique émetteur porté par les usagers

  autre Précisez :.....

.....

Combien d'exemplaires sont-ils installés ?.....

Pensez-vous en installer d'autres ?

oui non

- Si non, envisagez-vous d'en utiliser dans le cadre de gestion des flux de cyclistes ?

  oui non

- Sinon, pourquoi ?

  vous ne connaissez pas ces systèmes vous n'en voyez pas l'intérêt

  ces systèmes sont trop onéreux ces systèmes ne sont pas fiables

  autre Précisez :.....

.....

- Y a-t-il des voies réservées aux bus et aux vélos couplées avec un système de détection des bus et des vélos dans les carrefours à feux ?

  oui non

- Si non, envisagez-vous d'utiliser ce système ?

oui non

Remarques complémentaires :.....
.....

Une idée qui nous paraît intéressante et simple à mettre en place : un émetteur individuel porté par les usagers et qui transmettrait leur présence à des bornes situées aux intersections.

- Avez-vous connaissance de ce système ?

  oui non

Où ?.....

- Êtes-vous favorables à un tel système ?

  oui non

Pourquoi ?.....
.....
.....
.....

- Pensez-vous pouvoir encourager les cyclistes à acquérir des émetteurs qui leur permettraient de déclencher les feux pour faciliter leur passage ?

  oui non

- De quelle manière ?.....

.....
.....
.....
.....

Merci de remplir ce questionnaire et de l'adresser <u>avant le 7 mai 1999</u>

à l'attention de Stéphanie Sauvaget,

Département Technologies,

CERTU,

9, rue Juliette Récamier,

69456 Lyon cedex 06

ENQUÊTE SUR LA PRISE EN COMPTE DES BESOINS DES CYCLISTES DANS LA GESTION DU TRAFIC URBAIN

1) *Identité de l'organisme* :

- Nom :.....
- Adresse :.....
  .....
- Nombre d'adhérents :.....
- Évolution de ce nombre entre 1995 et 1998 :.....

.....

2) *Actions de l'association*

- Décrivez les dernières actions de l'association pour faciliter la circulation des vélos :

.....
.....
.....

- Quelles sont vos attentes et vos besoins en matière d'aménagements pour mieux circuler en vélo ?.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Si vous envisagez d'œuvrer pour faciliter l'intégration des vélos dans la circulation, quelles actions souhaitez-vous mener ?.....

.....
.....
.....
.....
.....

3) *Gestion des traversées aux feux*

- Quels dispositifs mis en place pour gérer les traversées des cyclistes rencontrez-vous dans vos déplacements ?

marquage au sol de la traversée cycliste au carrefour

sas avancé pour les cyclistes (espace affecté aux cyclistes à l'arrêt devant les feux en avant du trafic motorisé)

boutons poussoirs

feux spécifiques pour les cyclistes se déclenchant avant les feux pour les automobiles

autres, précisez :.....

Remarques complémentaires:.....

.....
.....
.....

- Quels systèmes pour sécuriser et privilégier le passage des vélos souhaiteriez vous voir installer aux carrefours à feux ?
  - dans le cas de carrefours à fort trafic :

prise en compte des traversées cyclistes par des temps de feux rallongés

sas pour les cyclistes 3 à 5 m avant la ligne de feux pour les automobiles

détection pour intégration dans la gestion du trafic avec des feux spécifiques pour des pistes cyclables arrivant sur des sas

autres, précisez :.....

* dans le cas de carrefours à faible trafic :

prise en compte des traversées cyclistes par des temps de feux rallongés

sas pour les cyclistes 3 à 5 m avant la ligne de feux pour les automobiles

détection pour intégration dans la gestion du trafic avec des feux spécifiques pour des pistes cyclables arrivant sur des sas

autres, précisez :.....

5) *Systèmes de détection*

- Les systèmes de détection de vélos sont-ils utilisés à votre connaissance ?

  oui non

- Si oui, lesquels (boucle magnétique, caméra, émetteur porté par les usagers.....).....

.....

- Où ?.....
- Que pensez-vous des voies réservées aux bus couplées avec un système de détection pour donner la priorité aux vélos et aux bus aux carrefours à feux ?

  .....

  .....

  .....

- Quelle est votre opinion sur l'utilisation des systèmes de détection aux carrefours à feux pour donner la priorité aux vélos insérés dans la circulation?

.....

.....

.....

- Préférez-vous, pour les vélos insérés dans la circulation automobile :

  des feux avec sas pour les cyclistes ?

  des feux avancés pour les cyclistes se déclenchant quelques secondes avant les feux pour automobiles ?

- Pourquoi ?.....

.....

.....

- Que pensez-vous des systèmes de détection aux intersections pour donner la priorité aux vélos circulant sur des pistes cyclables ?

.....

.....

.....

- Quel moyen souhaiteriez-vous voir privilégier ?

  amener directement les cyclistes dans un sas

  arrêter la piste cyclable 20 m avant le carrefour à feux

autres, précisez :.....
.....

Une idée qui nous paraît intéressante et simple à mettre en place : un émetteur individuel porté par les usagers et qui transmettrait leur présence à des bornes situées aux intersections. Ce type d'appareil aurait un coût d'une centaine de francs.

- Avez-vous connaissance de ce système ?

oui non

Où ?.....

- Êtes-vous favorables au port d'un émetteur par les cyclistes leur permettant d'être pris en compte aux intersections au même titre que les voitures?

oui non

Pourquoi ?.....
.....
.....
.....

- Au titre de l'association, pensez-vous pouvoir encourager les cyclistes à acquérir des émetteurs qui leur permettraient de déclencher les feux pour faciliter leur passage ?

oui non

- Si oui, quelle participation votre association est-elle prête à mettre en place pour faciliter l'achat de ce matériel pour/par les adhérents ?

.....

- À titre personnel, êtes-vous prêt à porter ce genre d'émetteur ?

oui non

- Si oui, quel montant pensez-vous pouvoir allouer à l'achat de ce matériel ?

.....

Merci de remplir ce questionnaire et de l'adresser <u>avant le 7 mai 1999</u>

à l'attention de Stéphanie Sauvaget,

Département Technologies,

CERTU,

9, rue Juliette Récamier,

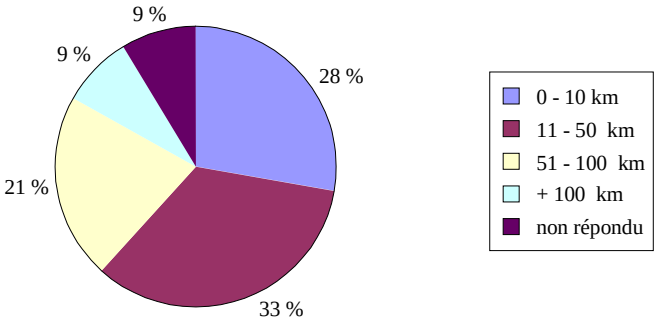
69456 Lyon cedex 06

L’exploitation des résultats des questionnaires

L’expression des besoins des exploitants

La description des aménagements cyclables existants sur leur territoire permet de pouvoir juger de l’importance des installations et à travers cela de leur intérêt pour les cyclistes. Il faut cependant modérer les résultats en fonction de la taille de la commune et de son budget total. De plus, que le linéaire d’aménagements soit important n’implique pas le maillage du réseau et la couverture de toute la ville par le réseau cyclable. Nous ne pouvons pas en déduire non plus si le réseau est construit en fonction de l’attente des usagers ou non.

Le graphe ci-dessous recense le linéaire des aménagements cyclables (pistes, bandes, contresens cyclables confondus) des villes :

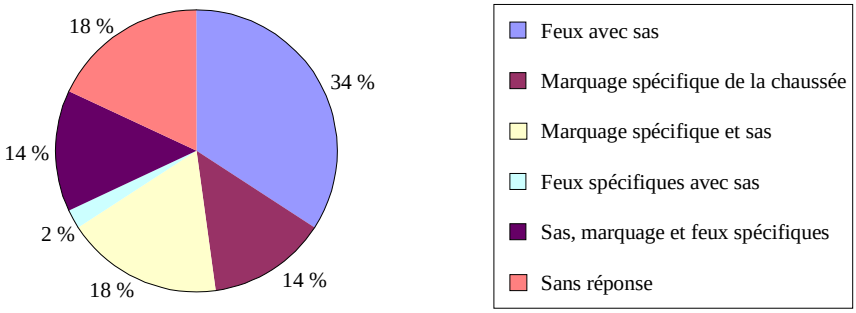


Graphe 1 : Longueur couverte par les aménagements cyclables.

De même, pour les textes municipaux traitant de la politique cyclable de la ville : sur les 45 villes sondées, 31 sont dotées d’un schéma directeur, une seule d’une charte vélo, 7 des deux types de texte et 7 n’ont, pour le moment aucun texte réglementant la politique des déplacements à vélo. Cependant, l’article 20 de la loi sur l’air oblige les villes à promouvoir l’usage du vélo. Certaines grandes villes, telle que Lille, sont donc en train de préparer ces documents.

Les bandes cyclables

Concernant les traversées de cyclistes venant de bandes cyclables, les méthodes employées varient suivant les villes.



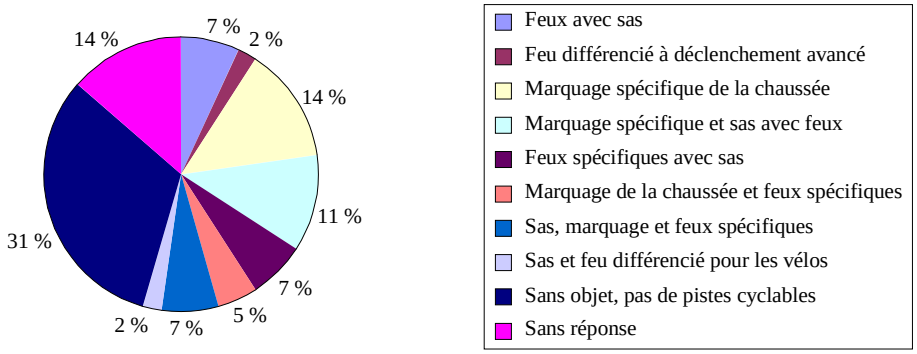
Graphe 2 : Aménagements des traversées au débouché d’une bande cyclable.

Bien sûr, les villes qui disent utiliser différents dispositifs pour sécuriser la traversée des cyclistes n’emploient pas forcément tous les aménagements aux mêmes endroits. Certaines villes ont des

"équipements standards" et d'autres cherchent plus à adapter les aménagements à la configuration du carrefour. Nous pouvons remarquer que 18 % des sondés, soit 8 villes, n'ont pas répondu et n'ont probablement rien conçu de spécial pour sécuriser le passage des vélos aux feux.

Les pistes cyclables

Le premier point à soulever est que de nombreuses villes n'ont pas de pistes cyclables et ne souhaitent pas en créer : 14 villes sur 45, soit 31 %.



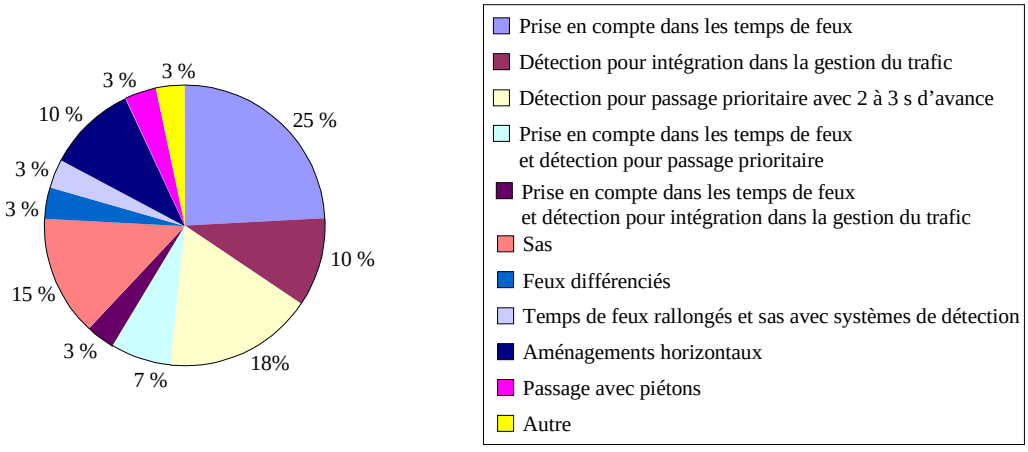
Graphe 3 : Aménagements des débouchés des pistes cyclables aux carrefours à feux.

L'enquête révèle une forte prédominance d'équipements simples, comme les sas ou les marquages spécifiques au sol. Ce sont bien sûr des équipements très économiques. De plus, l'expérience hollandaise montre que ce sont des dispositifs assez sûrs. Cependant, la plupart du temps, ils sont couplés avec d'autres systèmes comme des feux vélos qui se déclenchent avant les feux pour les voitures, ou des temps de vert prolongés pour permettre aux vélos de traverser le carrefour avant la reprise du mouvement conflictuel.

La politique de gestion des traversée de vélos.

Une majorité des villes, 68 %, estiment qu'il est nécessaire de privilégier les traversées cyclistes par rapport aux automobiles et 26 % sont contre cette idée.

Les villes qui sont prêtes à privilégier les cyclistes envisagent différentes façons de le faire. Le graphe suivant en dresse l'inventaire :

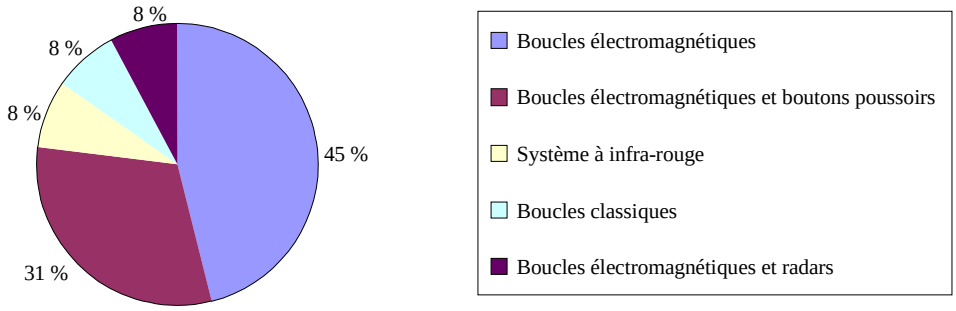


Graphe 4 : Moyens envisagés par les villes pour privilégier les traversées cyclistes aux carrefours à feux.

Les sas occupent encore une place importante parmi les réponses, 15 % des villes envisagent ce système peu onéreux pour permettre aux cyclistes de démarrer avant les véhicules motorisés et de traverser l'intersection avec une plus grande sécurité. L'inconvénient des sas, c'est qu'ils ne sont parfois pas respecté par les automobilistes. Cependant, il s'agit d'un premier pas important et qui permet d'éviter de nombreux accidents impliquant des cyclistes.

Quant aux systèmes de détection, ils sont plébiscités dans au moins 45 % des cas. Car nous pouvons supposer que toutes les villes n'envisagent pas de prolonger les temps de vert systématiquement à chaque carrefour où débouche un aménagement cyclable, ce dispositif occasionnant de fortes réductions de capacité sur les voies automobiles. Certaines d'entre elles doivent envisager de détecter la présence de cyclistes et de prolonger les temps de vert uniquement dans ce cas là.

Treize villes disent utiliser des systèmes de détection automatique de vélos : Strasbourg, Montpellier, Mulhouse, Lorient, Dunkerque, Toulouse, Nantes, Avignon, Quimper, Paris, Belfort, Rennes et Valence. Ce sont des villes de tailles moyenne ou importante, les aménagements cyclables dépassent souvent les 50 km, exception faite de Belfort qui n'a que 6 km aménagés pour les cyclistes. Ces treize villes représentent 29 % des villes interrogées.



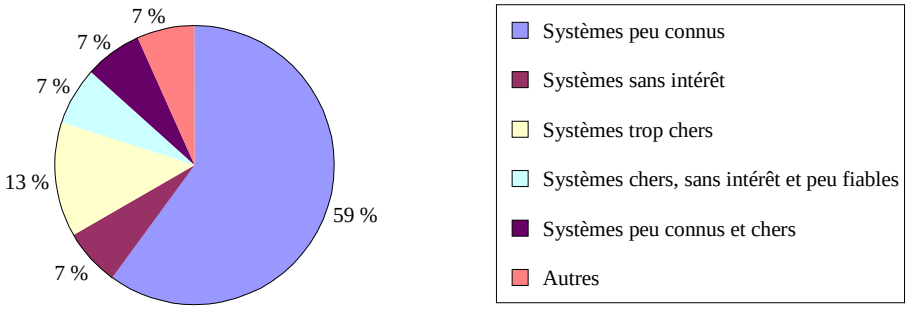
Graphe 5 : Systèmes de détection employés par les villes françaises.

Les boucles électromagnétiques constituent la majorité des dispositifs installés. Elles sont dotées de détecteurs réglés de façon sensible qui permettent de prendre en compte des éléments peu métalliques. Cependant, 31 % de ces villes préfèrent doubler la détection par boucles électromagnétiques d'un bouton poussoir afin que les cyclistes qui ne sont pas détectés puissent signaler leur présence.

Parmi ces treize villes, 7 souhaitent installer d'autres systèmes de détection de vélos, 3 sont contre cette idée et trois n'ont pas répondu. De ceux qui ne souhaitent pas étendre cette expérience, la ville de Strasbourg a décidé de faire passer les cyclistes en même temps que les piétons et la dépense ne se justifie donc pas.

Les villes qui n'ont pas encore de systèmes de détection pour les vélos restent assez sceptiques vis-à-vis de ceux-ci : 7 sont prêtes à les essayer alors que 8 ne l'envisagent pas et 15 ne se prononcent pas.

Les principaux inconvénients qu'elles y trouvent sont résumés dans le graphe suivant :

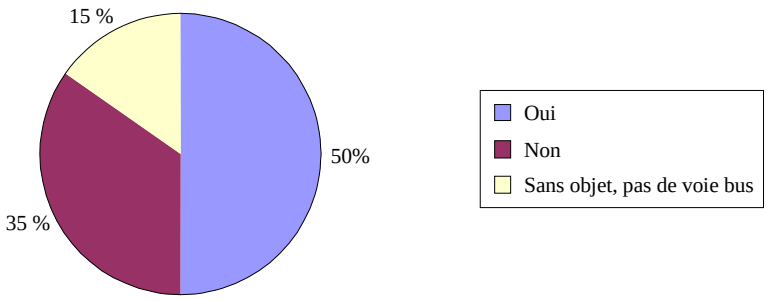


Graphe 6 : Inconvénients des systèmes de détection.

Beaucoup de ces villes n'ont que peu d'informations sur les systèmes de détection et pensent que leurs acquisition et installation sont onéreuses.

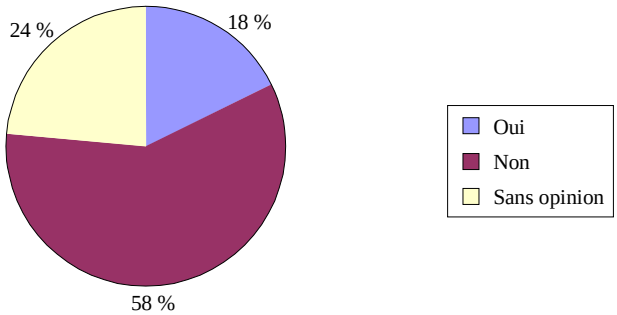
Les voies réservées aux bus et aux vélos

Dans la majorité des villes, les voies réservées aux bus le sont aussi aux bicyclettes. Cela nécessite la parution d'un arrêté municipal et pour les rendre plus confortables et sécurisantes un élargissement de 3,50 à 4,50 mètres.



Graphe 7 : Coexistence des bus et des vélos dans des couloirs spéciaux.

Cela ne concerne pas tous les couloirs bus, mais dans un quart des cas, les couloirs bus-vélos représentent plus de deux tiers des couloirs bus. Dans ces couloirs bus, seules sept villes (Avignon, Lorient, Grenoble, Versailles, Lille, Dunkerque et La Roche/Yon) ont mis en place des systèmes de détection pour permettre le passage des bus et des vélos. Le plus souvent, ce sont des boucles électromagnétiques. Les villes qui n'ont pas de systèmes de détection n'envisagent généralement pas d'y recourir.



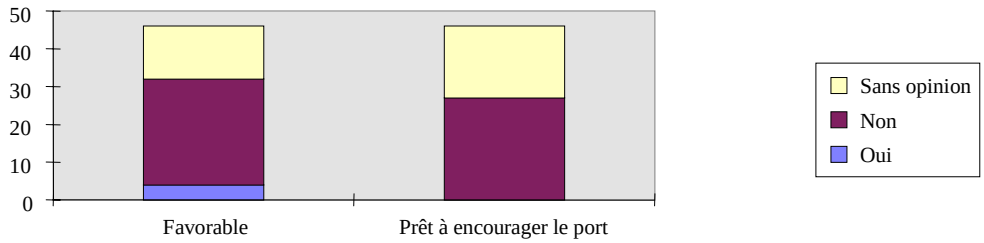
Graphe 8 : Si les voies bus-vélos ne sont pas équipées de détecteurs pour vélos, est-ce envisagé ?

Là encore, la méconnaissance des systèmes est la première raison citée.

Les systèmes émetteurs

Une partie du questionnaire portait sur une idée possible pour la détection des vélos. Il s'agirait de faire porter aux cyclistes un petit émetteur qui enverrait l'information de leur présence à des bornes réceptrices reliées aux feux. Ainsi les feux se déclencheraient-ils le plus tôt possible pour les porteurs de cet émetteur.

Aucun gestionnaire de voirie ne connaît ce dispositif.



Graphe 9 : Opinion des gestionnaires sur les systèmes émetteurs portés par les cyclistes.

Peu de villes sont favorables à ce dispositif car cela suppose que la majorité des feux et des cyclistes soient équipés. En outre le prix d'équipement paraît prohibitif. Cela apparaît être un système très contraignant à la fois pour le gestionnaire et pour les cyclistes qui doivent avoir leur émetteur sur eux.

Certains évoquent la discrimination que ce système pourrait faire apparaître entre les usagers. Il est sûr qu'une partie des cyclistes le sont par manque de moyens.

Certaines villes, comme Strasbourg, voient leur taux d'utilisation des aménagements cyclables fortement augmenter en été : les cyclistes occasionnels ne seraient pas pris en compte par ce système.

Le dernier inconvénient est que si le système n'est pas intégré à la structure du vélo, il peut être utilisé par d'autres usagers.

La synthèse des résultats

Il apparaît que la grande majorité des villes soit consciente des problèmes que rencontrent les cyclistes au niveau des intersections : toutes ont mis en place des systèmes, simples ou non, pour faciliter leurs traversées. Les sas arrivent en tête des aménagements déjà en place ou envisagés. Cela s'explique par leur faible coût et une facilité d'usage et de compréhension très grande. De plus, il est prouvé que ce genre de dispositif diminue fortement les accidents cyclistes-automobilistes.

La plupart des villes estiment qu'il faut privilégier les traversées cyclistes par rapport aux automobiles. Les systèmes de détections sont envisagés dans au moins 45 % des cas.

Treize villes utilisent déjà ces systèmes, sous forme de boucles électromagnétiques le plus souvent. Plus de la moitié de ces villes semblent satisfaites de ces systèmes et envisagent d'étendre leur utilisation, alors que trois s'y opposent.

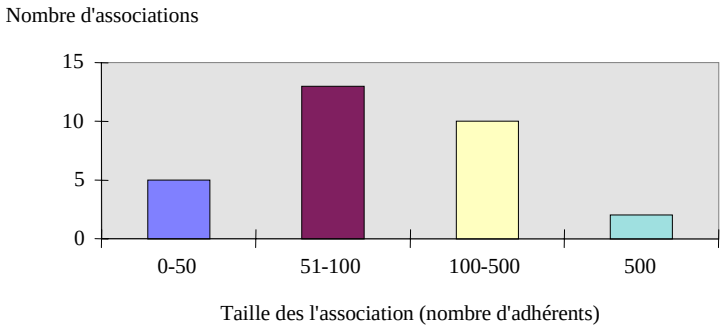
En revanche, les villes qui ne possèdent pas de systèmes de détection ne s'y intéressent pas, le plus souvent par manque d'information à ce sujet et par peur du coût.

Quant aux systèmes émetteurs, ils ne sont pas du tout connus des exploitants. De plus l'équipement des carrefours et des usagers nécessite une décision politique et de lourds investissements.

Nous pouvons en conclure que les systèmes de détection pour prendre en compte les vélos aux intersections ne sont pas encore une priorité pour les exploitants des réseaux. Cependant, nombreuses sont les municipalités qui ne s'y intéressent pas uniquement par manque de connaissance à ce sujet. Il est probable que si un système montrait son efficacité, leur opinion pourrait évoluer.

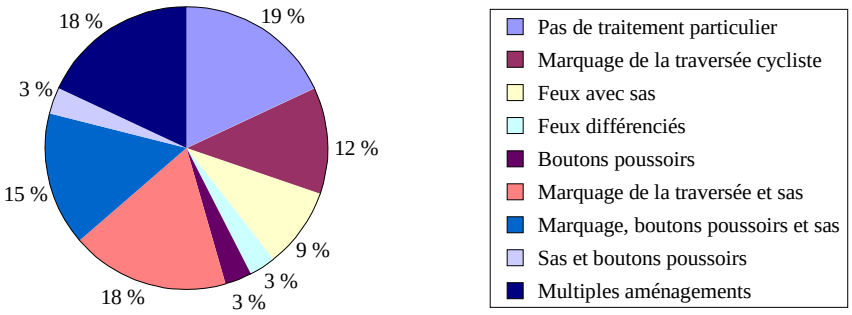
L'expression des besoins des usagers

La première question posée aux associations concernait leur taille. Il s'agissait de savoir à quel point les réponses données étaient représentatives d'une population. Ces associations sont de taille et d'origine suffisamment diverses pour exprimer une majorité de points de vue.



Graphe 10 : Nombre d'adhérents des associations.

La gestion des traversées cyclistes aux carrefours à feux



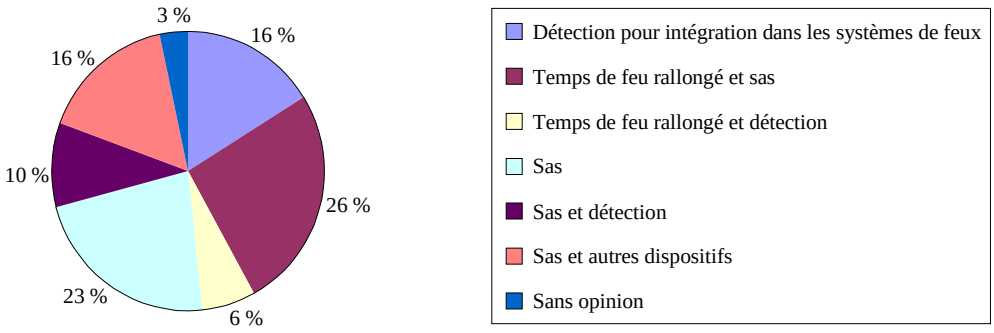
Graphe 11 : Gestion de la traversée des carrefours à feux.

Les associations retranscrivent relativement bien les informations fournies par les villes. Ce sont les sas et les marquages spécifiques des traversées cyclistes qui sont le plus rencontrés par les usagers. 19 % des associations soulignent le fait que rien n'est prévu aux carrefours pour marquer et sécuriser le passage des cyclistes. Nombreuses sont celles qui ont répondu positivement à faire remarquer que ces aménagements sont pour le moins rares !

Cependant, il faut nuancer ces réponses : certaines associations ne semblent pas voir des aménagements décrits par leur ville.

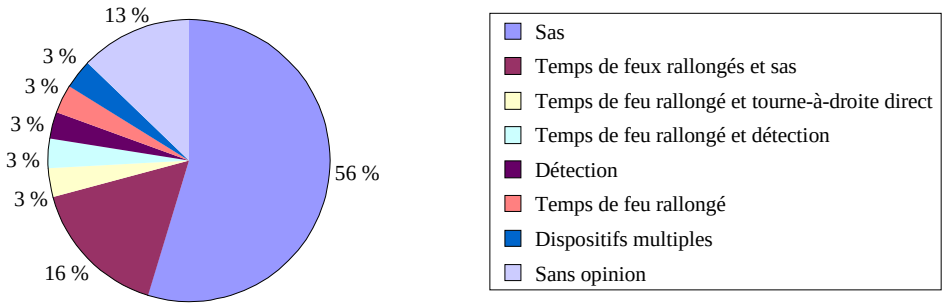
Pour les carrefours supportant un trafic important, le systèmes les plus appréciés sont les sas et la prise en compte des vélos dans les temps de feux pour rallonger la phase de vert. Ce système permet aux vélos d'effectuer la traversée du carrefour dans de meilleures conditions de sécurité. Les systèmes

de détection pour l'intégration des vélos dans la gestion des feux fondés sur des feux spécifiques n'arrivent que loin derrière : 5 associations le souhaitent seul, et 5 autres couplé avec un autre dispositif.



Graphe 12 : Systèmes souhaités par les associations pour la prise en compte des cyclistes dans les carrefours à fort trafic.

En ce qui concerne les carrefours à plus faible trafic, les réponses sont plus en faveur de dispositifs simples : les sas sont largement plébiscités seuls (par 17 associations) ou couplés avec des temps de vert rallongés (par 5 autres associations). Dans les carrefours où la circulation automobile est moins dense, il est vrai que ce genre d'équipement peut suffire pour sécuriser les cyclistes.



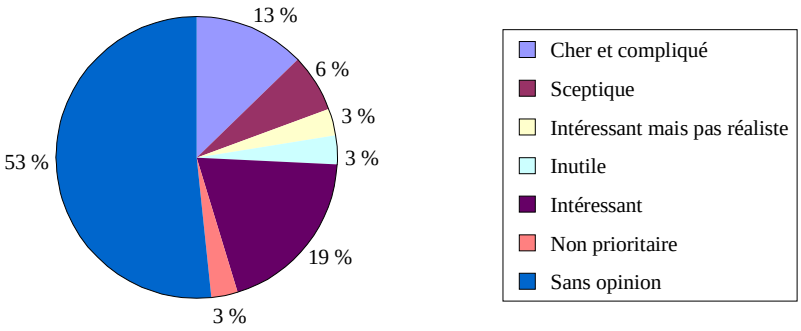
Graphe 13 : systèmes souhaités par les associations pour la prise en compte des vélos dans les carrefours à faible trafic.

Il est intéressant de remarquer que :

- 11 associations proposent les mêmes équipements que le carrefour soit très fréquenté ou pas ;
- 3 proposent un sas si le carrefour à un faible trafic et un autre aménagement simple dans l'autre cas ;
- 7 proposent un sas au lieu de multiples aménagements ;
- 3 proposent un système unique autre qu'un sas au lieu de multiples aménagements.

Cela prouve que ces associations ne sont pas pour des aménagements cyclistes à tout va mais tiennent compte des impératifs de trafic motorisé.

Cela est confirmé lorsqu'il est demandé aux associations leur opinion sur les systèmes de détection utilisés pour donner la priorité aux vélos. Le graphe ci-dessous révèle que beaucoup d'associations sont perplexes vis à vis de ce genre d'aménagements.



Graphe 14: Opinion sur les systèmes de détection utilisés pour donner la priorité aux vélos.

En revanche, l'utilisation des systèmes de détection pour les vélos dans les voies réservées aux bus et aux vélos recueille plus de suffrages. Dix-sept associations pensent que ce dispositif est utile et une que cela incite à l'usage de la bicyclette, une association est contre et douze ne se prononcent pas.

Nous voulions savoir comment les associations souhaitent voir traiter les intersections en faveur des vélos lorsqu'ils sont insérés dans la circulation automobile ou lorsqu'ils sont sur une piste cyclable.

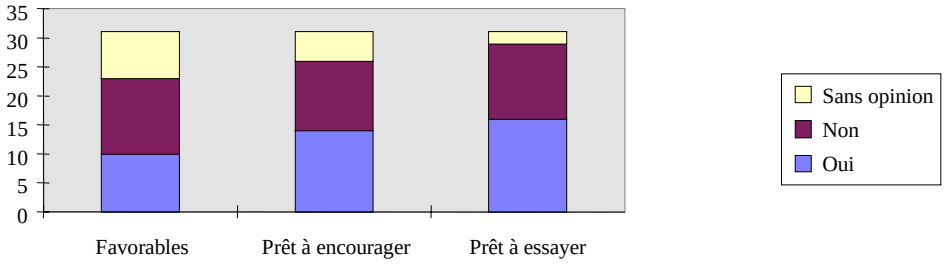
- En circulation banalisée, les avis sont très partagés : 10 associations sont pour des feux avec des sas et 15 pour des feux spécifiques pour les vélos, se déclenchant quelques secondes avant les feux automobiles. Les sas sont plus faciles à mettre en place moins chers et plus connus d'après leurs adeptes. Les feux avancés sont plus rassurants et permettent aux cyclistes de démarrer avant les voitures et d'éviter leur pollution.
- En sortie de piste cyclable, les réponses sont pratiquement unanimes : 25 associations sur 33 pensent qu'il faut amener directement les cyclistes dans un sas ; 3 n'ont pas donné de réponses.

Des systèmes de détection peu utilisés

Six associations savent que des systèmes de détection sont employés sur les trajets des adhérents. Ce sont des associations situées à Lorient, Valence, Besançon, Montbéliard et Lunéville. La fédération Française de Cyclotourisme a relevé l'existence d'un système de détection cycliste à Avignon, ce qui est confirmé par la ville d'Avignon. En ce qui concerne les autres villes ayant adopté les systèmes de détection, soit il n'y a pas eu de réponses de la part d'associations locales, soit elles ne sont pas au courant. C'est notamment le cas à Paris où aucune association n'est au courant de l'expérience de détection mise en place. Ces systèmes sont des boucles électromagnétiques, parfois doublées par des boutons poussoirs.

Un avis partagé sur les émetteurs

Aucune association n'a connaissance de ce genre de systèmes.



Graphe 15: Opinion des associations sur les systèmes émetteurs portés par les cyclistes.

La première remarque qui peut être faite est que les cyclistes sont plus optimistes sur les systèmes émetteurs que les gestionnaires. 33 associations y sont favorables et 45 % sont prêtes à essayer ce genre de systèmes, souvent à condition que l'appareil soit intégré au vélo. Cela rend l'utilisation par d'autres usagers impossible et ne nécessite pas de manipulations.

Mais les critiques vis-à-vis de ces émetteurs sont vives et peu réfutables :

- beaucoup de cyclistes n'ont pas les moyens d'utiliser d'autres moyens de transports, il paraît difficile de les obliger à acheter un appareillage ;
- il est dangereux d'avoir à actionner un émetteur (cette critique est revenue à plusieurs reprises) ;
- tous les cyclistes et les carrefours doivent être équipés : il faudrait un système universel employé dans toutes les villes ;
- par essence, la bicyclette est un mode de déplacement libre : les cyclistes se déplacent sans contraintes et le système émetteur va à l'encontre de cette liberté.

Des résultats plutôt encourageants

La première chose à noter est que ces associations que l'on sait si militantes n'ont pas de souhait excessif par rapport à la circulation à vélo. Elles désirent que les cyclistes soient pris en comptes par les systèmes de feux mais sont conscientes que tout aménagement cycliste créé sur un espace motorisé entraîne des réductions de capacité des voies. Nombreuses sont les associations qui ont émis cette réserve aux aménagements proposés.

La distinction a été faite entre les carrefours à fort trafic et ceux qui sont moins fréquentés : dans les deux cas, les sas sont largement cités. D'après une majorité d'associations, ils doivent être accompagnés d'un autre système intervenant au niveau des feux dans les carrefours très fréquentés, mais peuvent exister seuls dans les carrefours à trafic moins dense.

Le plus souvent, les associations souhaitent que les temps de feu vert soient rallongés pour permettre aux cyclistes de traverser avec plus de sécurité.

En revanche, les associations semblent hostiles aux systèmes de détection pour donner la priorité aux vélos : plus de la moitié d'entre elles jugent ces systèmes trop chers et compliqués.

Nous devons convenir du manque d'intérêt des associations pour ces systèmes. Leur souci principal est de se faire reconnaître par les usagers, d'étendre le maillage des réseaux cyclables et non de voir instaurer des systèmes compliqués. Elles préfèrent souvent tenir compte des impératifs des autres usagers que d'imposer des priorités qui de toute manière ne seraient ni crédibles, ni respectées : trop peu de carrefours seraient aménagés, trop peu de cyclistes les empruntent pour le moment.

Les systèmes de détection utilisés pour les vélos dans les voies réservées aux bus et aux vélos apparaissent, eux, être une excellente solution pour bon nombre d'associations. En effet, la rapidité des vélos dans les embouteillages est un élément très valorisant pour l'usage du vélo en ville et peut drainer de nouveaux utilisateurs.

Peu d'associations ont connaissance de l'installation de systèmes de détection pour les vélos et c'est peut être aussi parce qu'elles ne les savent pas utilisés qu'elles ne le souhaitent pas. Cela signifie aussi que les villes les possédant ne les ont pas mis en valeur en informant les associations.

Les systèmes émetteurs-récepteurs ne sont pas non plus connus des associations. Par contre leur utilisation recueille plus de suffrages, notamment de cyclistes habitués. Bien que certaines

associations soient prêtes à soutenir un tel projet, de nombreuses critiques sont émises à ce sujet, notamment sur le coût et la maniabilité des appareils. En outre, ce système peut priver les cyclistes de leur plus grand atout : leur liberté.

Peu de corrélations entre les informations fournies par les villes et celles données par les associations

Nous avons pu faire la corrélation entre les dires des villes et des associations lorsque les villes et des associations y résidant ont renvoyés le questionnaire : cela arrive dans huit cas.

Les villes concernées sont : Lorient, Belfort, Fontainebleau, Paris, Toulouse, Nantes et Valence et Avignon. Le cas d'Avignon est particulier car l'association en ayant parlé est la fédération française de cyclotourisme qui ne réside pas sur le territoire d'Avignon.

Il est à noter que dans le cas de Paris plusieurs associations ont répondu.

En ce qui concerne les aménagements cyclables aux abords des carrefours, les dires des villes et des associations diffèrent peu : les aménagements principaux sont repérés par les associations, même si certaines d'entre elles voient des dispositifs qui n'existent pas ou du moins qui ne sont pas décrits par les villes !

Pour les systèmes de détection, elles n'en ont souvent pas connaissance, bien que certaines associations, comme Roulons en ville à vélo à Valence soit au courant grâce à des contacts très fréquents avec la municipalité.