

## **Feux mixtes piéton / cycliste**

### **Eléments d'évaluation**

**SIRAC, 10 décembre 2015**



#### **Documents joints :**

- Décision du 24 mai 2013 autorisant l'expérimentation des feux mixtes piéton / cycliste sur 4 sites

#### Dossier suivi par :

Mr LAUGEL Yves, Chef de Service  
SIRAC  
Ville et Communauté urbaine de Strasbourg  
yves.laugel@strasbourg.eu  
+33 (0)388609052 - Poste 39052

#### Contact :

Mme SPATOLA Caroline  
Département sécurité routière, SIRAC  
Ville et Communauté urbaine de Strasbourg  
caroline.spatola@strasbourg.eu  
+33 (0)388609052 - Poste 37478

### 1.1 Principes de l'expérimentation

Dans la réglementation actuelle, le cycliste doit, comme tout autre type d'usagers, respecter la signalisation qui est destiné à sa catégorie d'usager : feu tricolore cycliste, cédez le passage cycliste.

Cependant, il existe une exception pour les traversées de chaussée régulée par feux piétons : L'article R. 412-30 du code de la route précise que « lorsqu'une piste cyclable traversant la chaussée est parallèle et contigüe à un passage réservé aux piétons dont le franchissement est réglé par des feux de signalisation lumineux, tout conducteur empruntant cette piste est tenu, à défaut de signalisation spécifique, de respecter les feux de signalisation réglant la traversée de la chaussée par les piétons. »

#### Problématique

Dans ce type de traversée, le signal lumineux pour piétons n'est pas toujours compris par les cyclistes. Le dispositif expérimental a pour objet de favoriser cette compréhension, et donc un meilleur respect des feux, en associant au signal pour piétons un signal spécifique pour les cyclistes délivré par un code de signalisation qui leur est plus familier.

#### Signal expérimenté

L'expérimentation déroge à l'article 7 de l'arrêté du 24 novembre 1967 modifié relatif à la signalisation des routes et autoroutes et aux dispositions de la sixième partie de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière (article 14-1), notamment ses articles 109-3 et 110.

### 1.2 Historique

La demande d'expérimentation a été formulée en Octobre 2012 à la délégation à la sécurité et à la circulation routières (DSCR).

La Ville de Strasbourg a reçu l'autorisation d'expérimenter le signal lumineux bicolore destiné à régler la traversée des chaussées par les piétons et les cyclistes en mai 2013 (publication au journal officiel de la République Française le 24 mai 2013).

La signalisation horizontale des traversées concernées a été reprise pour respecter la réglementation actuelle (présence de bandes vertes, marquage vieillissant) en septembre 2013.

Un protocole d'évaluation a été mis en place par la Ville de Strasbourg de façon à respecter les critères fixés dans la Décision du 14 mai 2013.

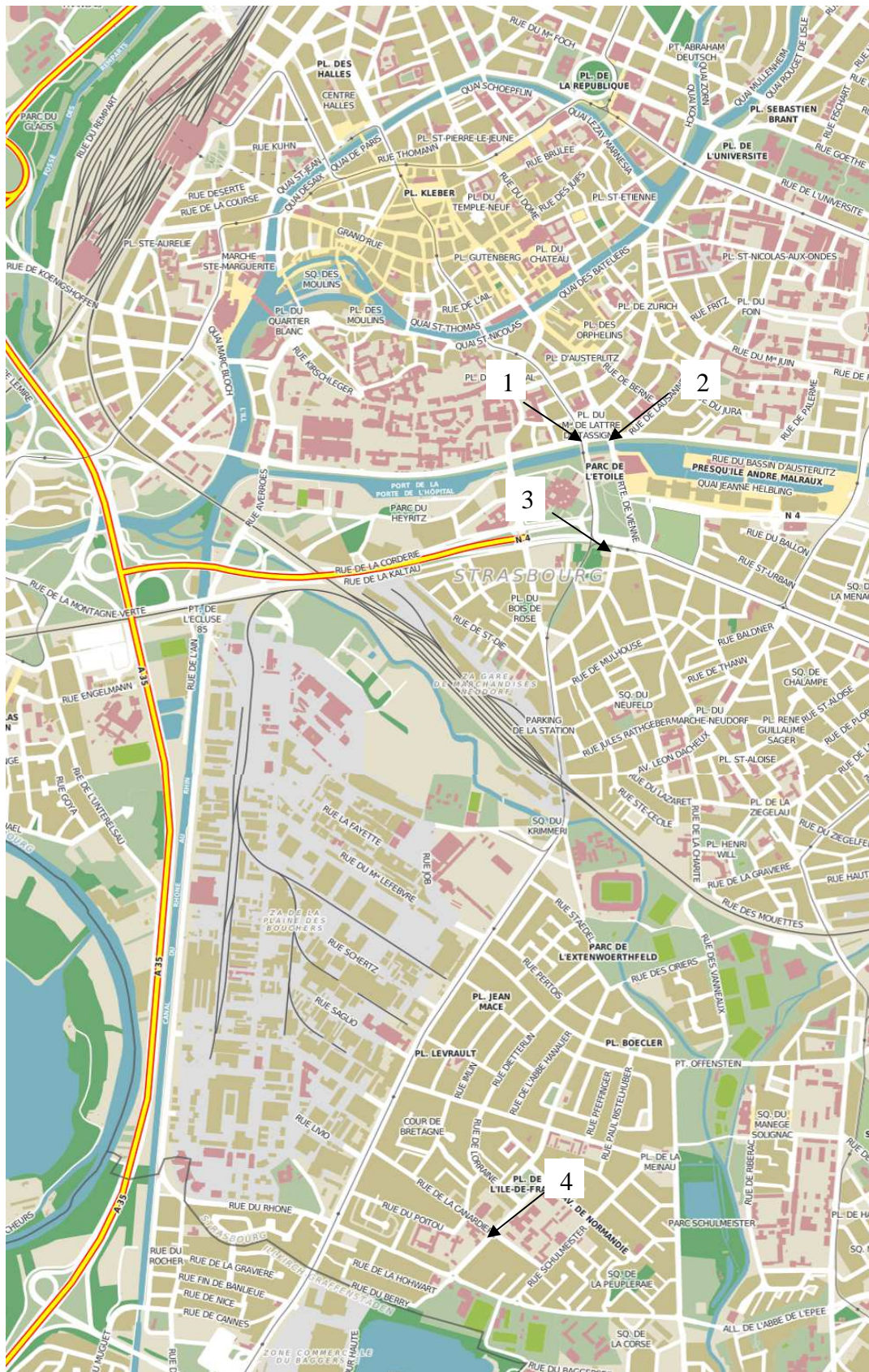
Courant septembre 2013, les observations d'évaluation avant aménagement ont été réalisées selon le protocole défini.

Le dispositif expérimental a été installé le 6 mai 2014.

Les observations d'évaluation du dispositif expérimental ont été effectuées courant octobre 2014.

### 1.3. Présentation des sites expérimentaux

4 traversées ont été équipées du dispositif :



|   |  |
|---|--|
| 1   | <b>Traversée au niveau de l'arrêt Etoile Bourse, au niveau de l'intersection du quai Fustel de Coulanges avec la rue de la 1<sup>o</sup> Armée</b> |
|    |    |
| 2   | <b>Traversée du quai du général Koenig, au niveau de l'intersection avec le pont d'Austerlitz</b>  |
|   |   |
| 3   | <b>Traversée de l'avenue de Colmar, au niveau de l'intersection avec l'avenue Jean Jaurès</b>  |
|  |   |
| 4   | <b>Traversée de la rue de la Canardière, à l'est de l'intersection avec la rue de Bourgogne</b>  |



#### 1.4. Nature de l'évaluation et objectifs

Evaluation avant aménagement selon un protocole validé par le CEREMA. L'évaluation, réalisée par la ville de Strasbourg, consiste à analyser le taux de respect des feux par les piétons et les cyclistes, le placement des usagers sur leur cheminement, l'occurrence et la nature des conflits, ainsi que la compréhension des dispositifs. Pour ce dernier point, des enquêtes sont réalisées auprès des cyclistes. Ces analyses ont été reconduites après mise en place des feux mixtes, pour évaluer la différence entre la situation sans et avec le dispositif.

### 2. ACCIDENTOLOGIE

Accidentologie impliquant un piéton ou un cycliste étudiée période avant du 1<sup>o</sup> janvier 2011 à avril 2014.

Accidentologie impliquant un piéton ou un cycliste étudiée période après du 1<sup>o</sup> mai 2014 au 30 septembre 2015.

Site 2 : 1 accident

(APRES) 06/04/2014 à 2h00 (nuit, chaussée sèche), VL / vélo. Le cycliste blessé.

L'automobiliste circulait route de Vienne. Il est percuté au redémarrage par un cycliste (en état d'ivresse) traversant la chaussée de gauche à droite par rapport au sens de circulation du véhicule. L'état des feux au moment de l'accident est inconnu.

### 3. ENQUETE D'OBSERVATION

Enquêtes réalisées le 19 septembre 2013, de 7h30 à 9h30 et de 16h à 18h sur l'ensemble des sites, pour la période AVANT, et le 2 octobre 2014 aux mêmes horaires pour la période expérimentale (dénommée « après »).

1910 cycles de feux ont été observés pour l'évaluation (920 avant, et 990 après).

Le comportement de 4094 cyclistes a été observé (1882 avant et 2212 après).

Celui de 6554 piétons a été observé (3693 avant et 2861 après).

### 3.1. Respect de la signalisation lumineuse par les cyclistes

Le taux de respect du feu rouge par les cyclistes correspond au pourcentage de cyclistes ayant patienté au rouge rapporté à l'ensemble des cyclistes observés au rouge.

Taux de respect du feu rouge par les cyclistes :

| Nb de cyclistes | nb cycles | respect | non respect | total rouge | Taux de respect |
|-----------------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| AVANT           | 460       | 681     | 420         | 1101        | 62%             |
| APRES           | 495       | 353     | 195         | 548         | 64%             |

On constate une légère augmentation du taux de respect du feu rouge par les cyclistes. Selon les sites, la différence entre les taux avant et après sont variables (attention site n°4 affiche un faible nombre d'observations).

| Nb de cyclistes | Site | nb cycles | respect | non respect | total rouge | Taux de respect |
|-----------------|------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| AVANT           | 1    | 139       | 204     | 308         | 512         | 40%             |
| APRES           | 1    | 137       | 285     | 111         | 396         | 72%             |
| AVANT           | 2    | 140       | 402     | 53          | 455         | 88%             |
| APRES           | 2    | 127       | 42      | 31          | 73          | 72%             |
| AVANT           | 3    | 108       | 23      | 15          | 38          | 61%             |
| APRES           | 3    | 104       | 15      | 10          | 25          | 60%             |
| AVANT           | 4    | 73        | 52      | 44          | 96          | 54%             |
| APRES           | 4    | 127       | 11      | 43          | 54          | 20%             |

### **3.2. Respect de la signalisation lumineuse par les piétons**

Le taux de respect du feu rouge par les piétons correspond au pourcentage de piétons ayant patienté au rouge rapporté à l'ensemble des piétons observés au rouge.

Taux de respect du feu rouge par les piétons :

| Nb de piétons | nb cycles | respect | non respect | total rouge | Taux de respect |
|---------------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| AVANT         | 460       | 1281    | 1611        | 2892        | 44%             |
| APRES         | 495       | 830     | 560         | 1390        | 60%             |

On constate une augmentation du taux de respect du feu rouge par les piétons, mais comme pour les observations des cyclistes, la différence entre les taux avant et après sont variables (augmentation ou diminution selon les sites).

| Nb de piétons | Site | nb cycles | respect | non respect | total rouge | Taux de respect |
|---------------|------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| AVANT         | 1    | 139       | 453     | 1487        | 1940        | 23%             |
| APRES         | 1    | 137       | 718     | 496         | 1214        | 59%             |
| AVANT         | 2    | 140       | 720     | 62          | 782         | 92%             |
| APRES         | 2    | 127       | 71      | 48          | 119         | 60%             |
| AVANT         | 3    | 108       | 20      | 3           | 23          | 87%             |
| APRES         | 3    | 104       | 13      | 2           | 15          | 87%             |
| AVANT         | 4    | 73        | 88      | 59          | 147         | 60%             |
| APRES         | 4    | 127       | 28      | 14          | 42          | 67%             |

### 3.3. Positionnement des cyclistes avant et pendant la traversée

Phase d'attente au rouge :

| Nb de cyclistes | nb cycles | Sur son cheminement | Sur passage piéton | total cyclistes | Cycliste bien placé |
|-----------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| AVANT           | 460       | 429                 | 252                | 681             | 63%                 |
| APRES           | 495       | 284                 | 69                 | 353             | 80%                 |

Traversée au vert (mixte = traversée à cheval entre le cheminement cyclable et le passage piéton) :

| Nb de cyclistes | nb cycles | Sur son cheminement | Sur passage piéton | Mixte | total cyclistes | Cycliste bien placé |
|-----------------|-----------|---------------------|--------------------|-------|-----------------|---------------------|
| AVANT           | 460       | 948                 | 268                | 246   | 1462            | 65%                 |
| APRES           | 495       | 1277                | 425                | 315   | 2017            | 63%                 |

Sur l'ensemble des observations avant (feu vert + rouge), 64% des cyclistes sont bien placés. Ce taux augmente légèrement pendant l'expérimentation (66%).

### 3.3. Positionnement des piétons avant et pendant la traversée

Phase d'attente au rouge :

| Nb de piétons | nb cycles | Sur son cheminement | Sur piste cyclable | total piétons | Piéton bien placé |
|---------------|-----------|---------------------|--------------------|---------------|-------------------|
| AVANT         | 460       | 937                 | 344                | 1281          | 73%               |
| APRES         | 495       | 544                 | 286                | 830           | 66%               |

Traversée au vert (mixte = traversée à cheval entre le cheminement cyclable et le passage piéton) :

| Nb de piétons | nb cycles | Sur son cheminement | Sur piste cyclable | Mixte | total piétons | Piéton bien placé |
|---------------|-----------|---------------------|--------------------|-------|---------------|-------------------|
| AVANT         | 460       | 1228                | 369                | 485   | 2082          | 59%               |
| APRES         | 495       | 1746                | 367                | 188   | 2301          | 76%               |

Sur l'ensemble des observations avant (feu vert + rouge), 64% des piétons sont bien placés. Ce taux augmente légèrement pendant l'expérimentation (73%).



### 3.4. Occurrence des conflits

L'observation des conflits a été réalisée sur le même ensemble de cycles, soit 460 avant et 495 après.

Typologie des conflits :

- niveau 1 : évitement
- niveau 2 : arrêt d'urgence d'au moins un usager
- niveau 3 : contact et si accident, préciser

| AVANT                                | feu vert  |           |          |            | feu rouge  |           |          |             | Total      |
|--------------------------------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|-----------|----------|-------------|------------|
|                                      | niveau 1  | niveau 2  | niveau 3 | Total vert | niveau 1   | niveau 2  | niveau 3 | Total rouge |            |
| Véhicule / piéton                    | 24        | 3         | 0        | 27         | 56         | 21        | 0        | 77          | 104        |
| Véhicule / cycliste                  | 20        | 1         | 0        | 21         | 22         | 12        | 0        | 34          | 55         |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 21        | 4         | 0        | 25         | 14         | 0         | 1        | 15          | 40         |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 29        | 5         | 0        | 34         | 12         | 2         | 0        | 14          | 48         |
|                                      | <b>94</b> | <b>13</b> | <b>0</b> | <b>107</b> | <b>104</b> | <b>35</b> | <b>1</b> | <b>140</b>  | <b>247</b> |

| APRES                                | feu vert  |          |          |            | feu rouge |           |          |             | Total     |
|--------------------------------------|-----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|----------|-------------|-----------|
|                                      | niveau 1  | niveau 2 | niveau 3 | Total vert | niveau 1  | niveau 2  | niveau 3 | Total rouge |           |
| Véhicule / piéton                    | 10        | 0        | 0        | 10         | 5         | 11        | 1        | 17          | 27        |
| Véhicule / cycliste                  | 14        | 3        | 0        | 17         | 7         | 6         | 0        | 13          | 30        |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 8         | 2        | 0        | 10         | 1         | 1         | 0        | 2           | 12        |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 10        | 0        | 1        | 11         | 1         | 0         | 0        | 1           | 12        |
|                                      | <b>42</b> | <b>5</b> | <b>1</b> | <b>48</b>  | <b>14</b> | <b>18</b> | <b>1</b> | <b>33</b>   | <b>81</b> |

Le nombre de conflits semble avoir nettement diminué avec la mise en place du feu mixte piéton cycliste.

Une diminution s'observe au niveau de chaque site (voir le détail des conflits par site présenté ci après).

Détail des conflits par site :

### Période AVANT

| site                                 | AVANT    |          |          |           |          |          |   |     |  |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|---|-----|--|
|                                      | feu vert |          |          | feu rouge |          |          |   |     |  |
|                                      | niveau 1 | niveau 2 | niveau 3 | niveau 1  | niveau 2 | niveau 3 |   |     |  |
| 1 Véhicule / piéton                  | 12       | 3        |          | 36        | 21       |          |   |     |  |
| Véhicule / cycliste                  | 4        | 1        |          | 11        | 12       |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 10       | 4        |          | 14        |          |          | 1 |     |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 24       | 4        |          | 12        | 1        |          |   |     |  |
| 2 Véhicule / piéton                  | 10       |          |          | 19        |          |          |   |     |  |
| Véhicule / cycliste                  | 5        |          |          | 11        |          |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 10       |          |          |           |          |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 2        |          |          |           |          |          |   |     |  |
| 3 Véhicule / piéton                  | 2        |          |          |           |          |          |   |     |  |
| Véhicule / cycliste                  | 11       |          |          |           |          |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 1        |          |          |           |          |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 3        | 1        |          |           |          |          |   |     |  |
| 4 Véhicule / piéton                  |          |          |          | 1         |          |          |   |     |  |
| Véhicule / cycliste                  |          |          |          |           |          |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton |          |          |          |           |          |          |   |     |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable |          |          |          |           | 1        |          |   |     |  |
|                                      |          | 94       | 13       | 0         | 104      | 35       | 1 | 247 |  |

### Période APRES

| site                                 | APRES    |          |          |           |          |          |   |    |  |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|---|----|--|
|                                      | feu vert |          |          | feu rouge |          |          |   |    |  |
|                                      | niveau 1 | niveau 2 | niveau 3 | niveau 1  | niveau 2 | niveau 3 |   |    |  |
| 1 Véhicule / piéton                  |          |          |          | 3         | 11       |          | 1 |    |  |
| Véhicule / cycliste                  | 1        |          | 1        | 3         | 6        |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 4        |          | 2        |           | 1        |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 6        |          |          | 1         |          |          |   |    |  |
| 2 Véhicule / piéton                  | 10       |          |          | 1         |          |          |   |    |  |
| Véhicule / cycliste                  | 6        |          |          | 4         |          |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 3        |          |          | 1         |          |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 3        |          |          | 1         |          |          |   |    |  |
| 3 Véhicule / piéton                  |          |          |          |           |          |          |   |    |  |
| Véhicule / cycliste                  | 7        |          | 2        |           |          |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton | 1        |          |          |           |          |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable | 1        |          |          |           |          |          |   |    |  |
| 4 Véhicule / piéton                  |          |          |          | 1         |          |          |   |    |  |
| Véhicule / cycliste                  |          |          |          |           |          |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur passage piéton |          |          |          |           |          |          |   |    |  |
| Piéton / cycliste sur piste cyclable |          |          |          |           |          |          |   |    |  |
|                                      |          | 42       | 5        | 1         | 14       | 18       | 1 | 81 |  |

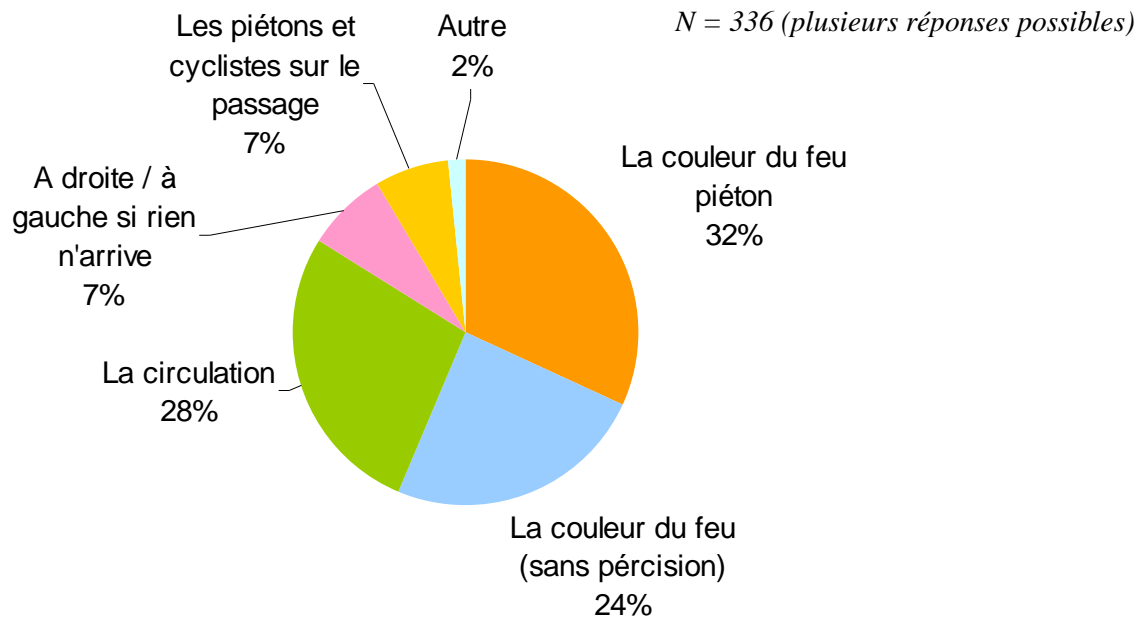
## 4. QUESTIONNAIRE AUX CYCLISTES

Enquêtes par questionnaires réalisées le 19 septembre 2013, de 7h30 à 9h30 et de 16h à 18h sur l'ensemble des sites, pour la période AVANT, et le 2 octobre 2014 aux mêmes horaires pour la période expérimentale.

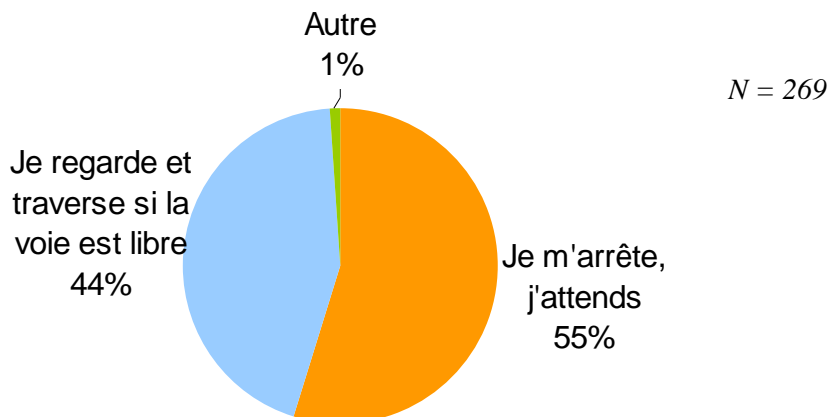
### 4.1. Enquête avant expérimentation

270 questionnaires ont été administrés pour la période AVANT.

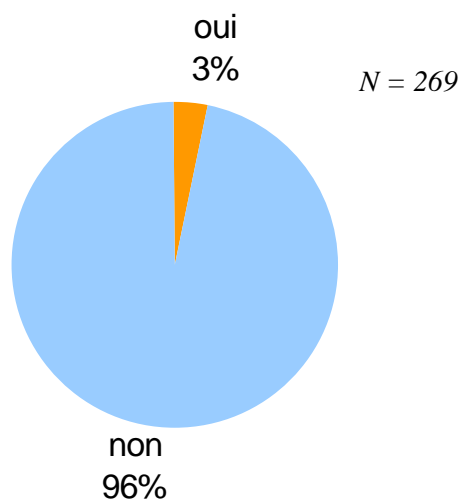
#### Que regardez-vous avant de traverser ?



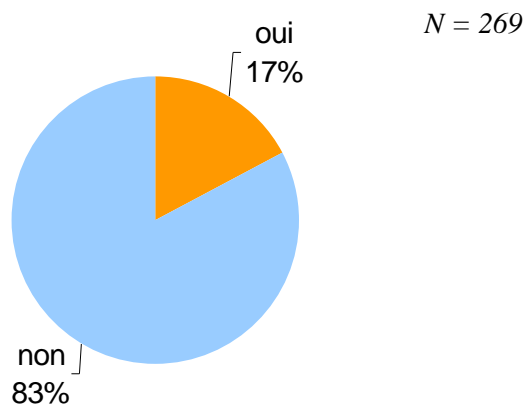
#### Que faites-vous si le feu piéton est rouge ?



**Avez-vous le droit de traverser la chaussée lorsque le feu piéton est rouge ?**



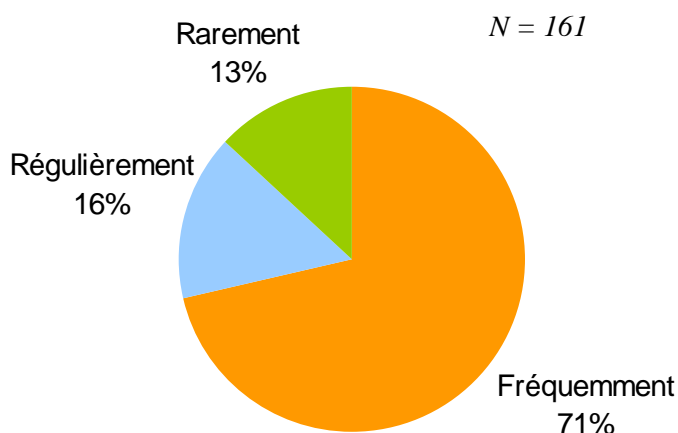
**Le fait de ne pas avoir un feu vélo vous gêne-t-il ?**



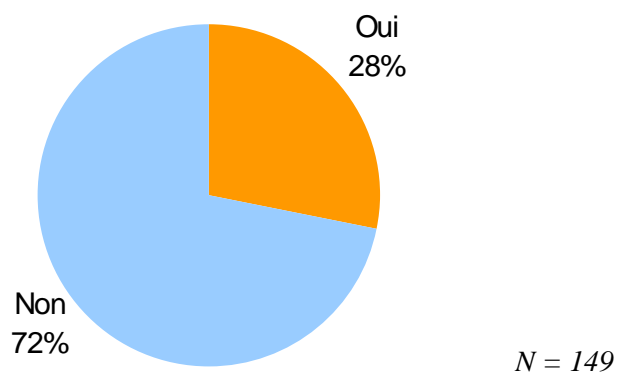
## 4.2. Enquête pendant l'expérimentation

161 questionnaires ont été administrés pour la période APRES (plus de questions que l'évaluation AVANT).

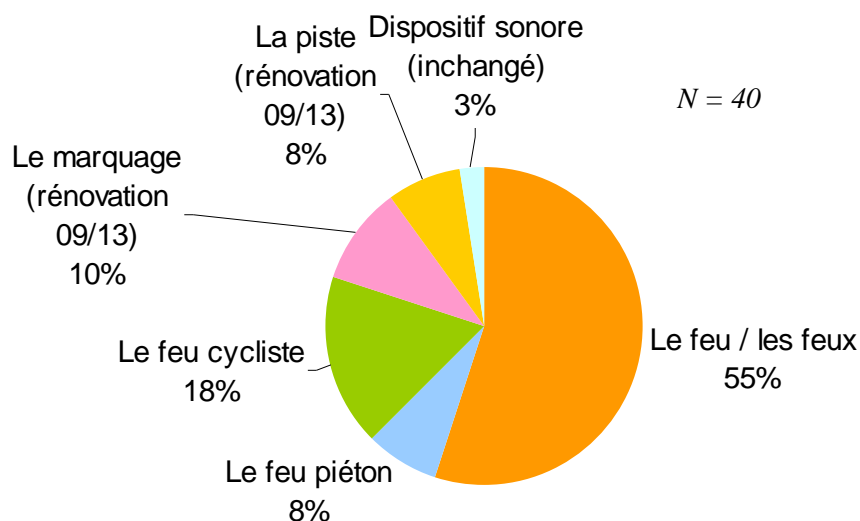
**A quelle fréquence traversez-vous à ce carrefour ?**



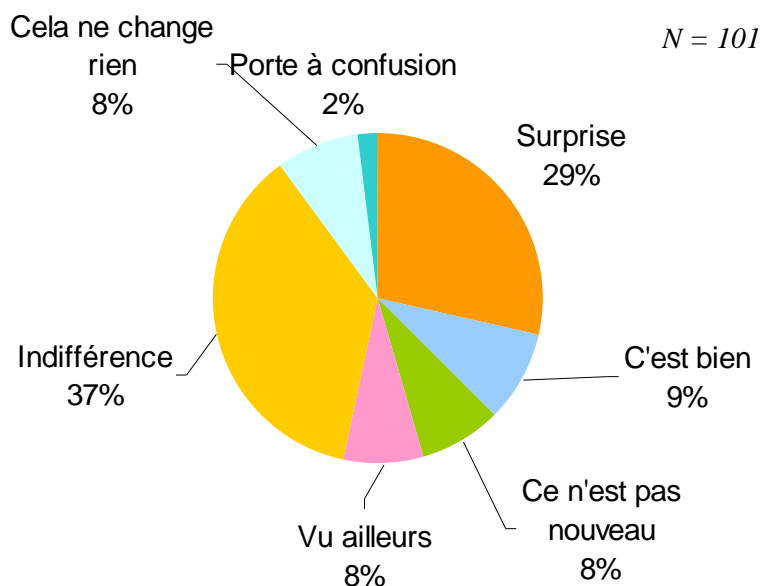
**Avez-vous remarqué quelque chose de nouveau?**



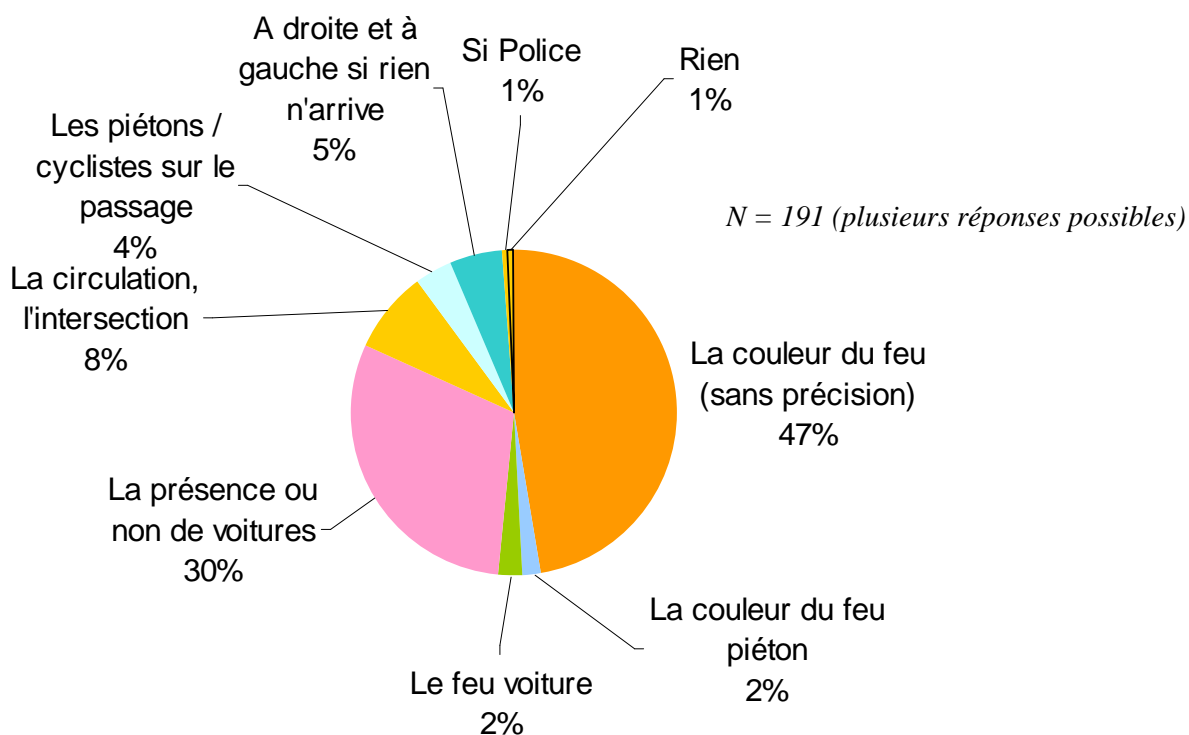
**Si "Oui", décrivez :**



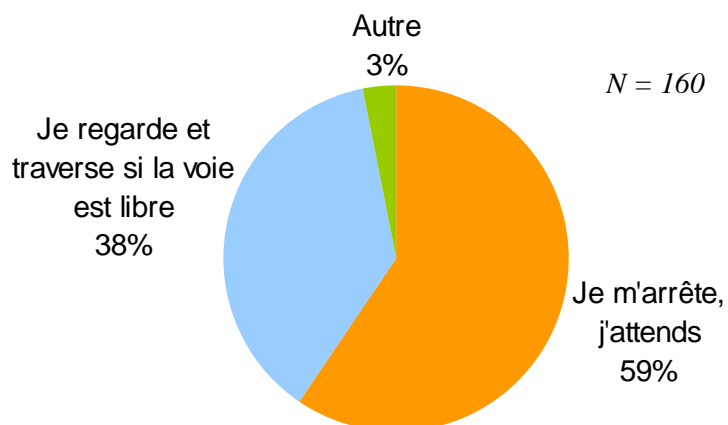
**Si aucune mention du feu alors le montrer + noter les réactions :**



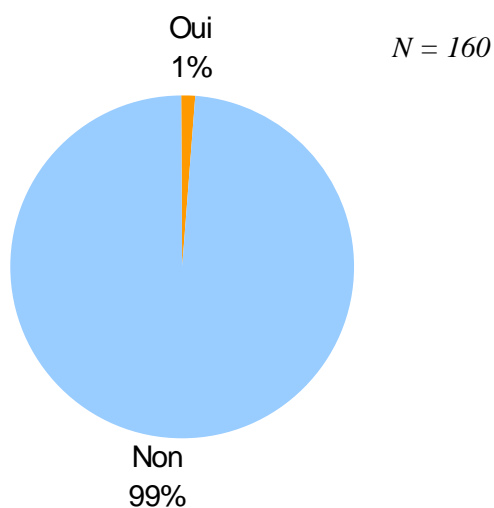
**Que regardez-vous avant de traverser?**



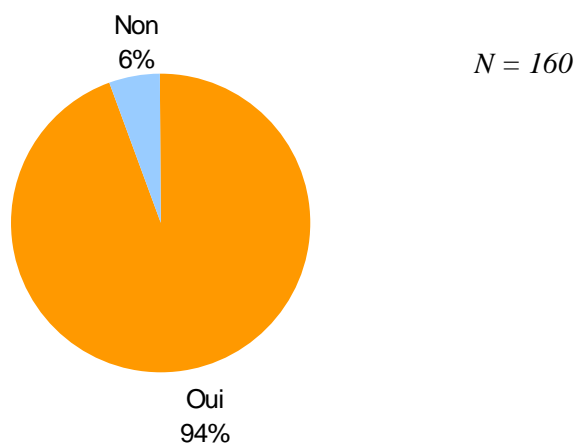
### Que faites-vous si le feu piéton/vélo est rouge ?



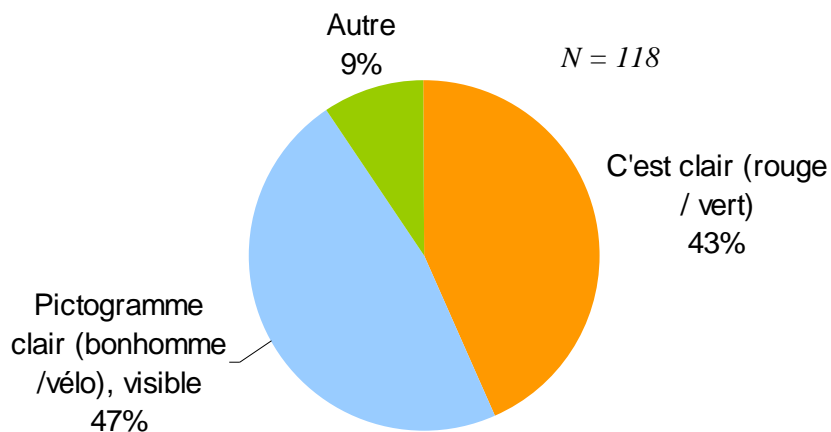
### Avez-vous le droit de traverser la chaussée lorsque le feu piéton/vélo est rouge ?



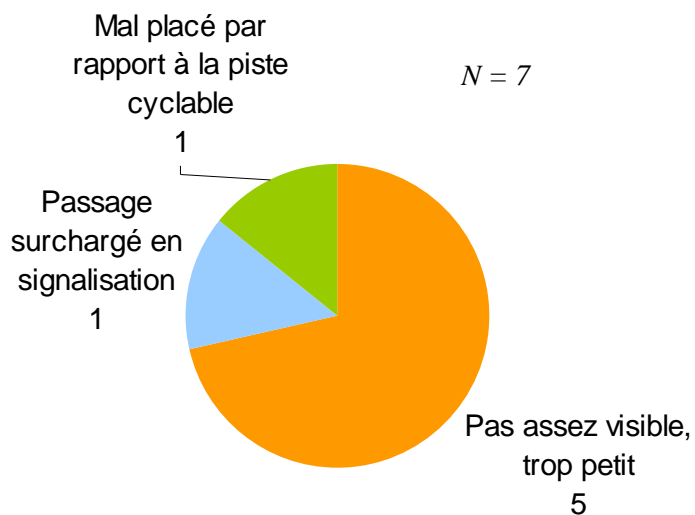
### L'information donnée par le feu piéton/vélo vous paraît-elle claire ?



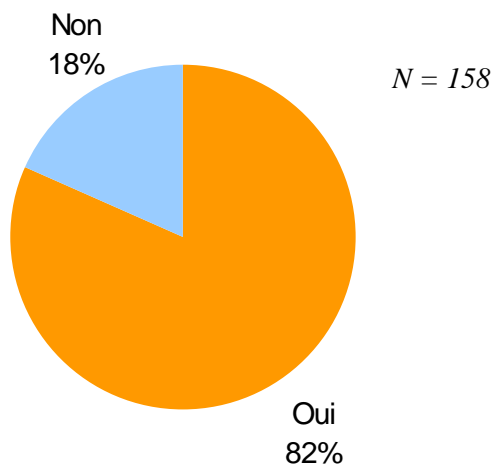
**Si "Oui" Pourquoi :**



**Si "Non" Pourquoi :**

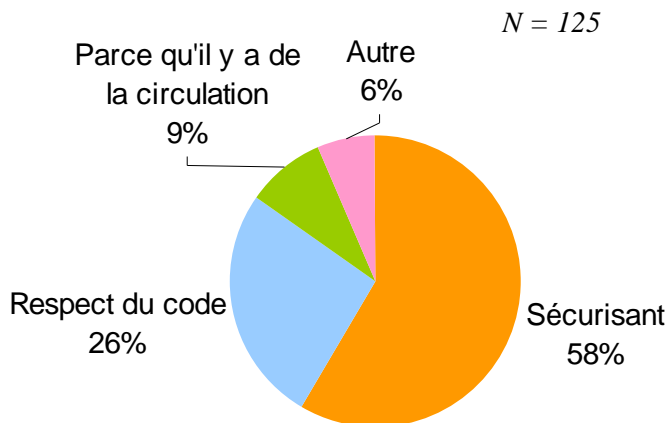


**Tenez-vous compte de l'information donnée par ce feu pour traverser la chaussée ?**

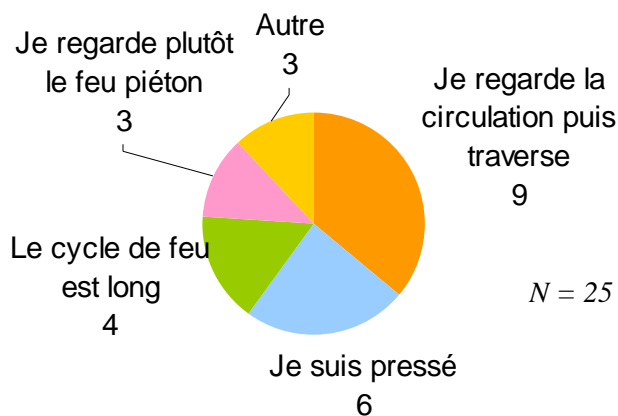




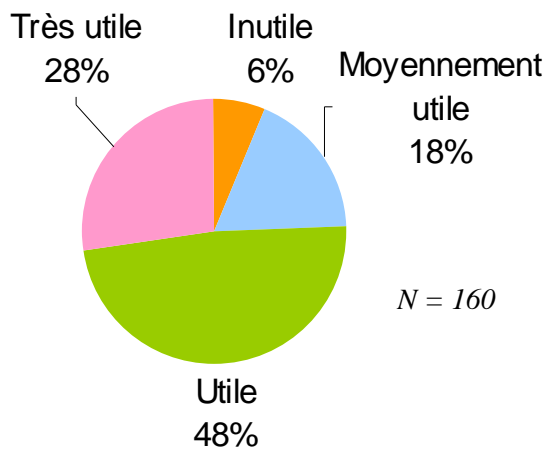
### Si "Oui" Pourquoi :



### Si "Non" Pourquoi :



### Jugez-vous ce dispositif utile ?



### 3. BILAN D'ÉVALUATION

L'accidentologie des sites équipés n'a pas augmentée avec la mise en place des feux mixtes piétons cyclistes.

A l'échelle de l'ensemble des observations, le taux de respect du signal piéton / cycliste rouge affiche une légère augmentation pour les cyclistes (62% avant et 64% après), et une augmentation plus franche pour les piétons (44% avant et 60% après). Mais ces résultats révèlent une grande disparité, puisque pour certains sites, le taux de respect du feu rouge augmente et pour certains, il diminue.

Concernant le placement des usagers, il semble amélioré en présence des feux mixtes : les cyclistes sont bien placés à 66% contre 64% avant. Les piétons sont bien placés à 73% contre 64% avant.

Le dispositif semble avoir eu un effet bénéfique sur le placement des cyclistes au rouge (80% de placements au niveau de la traversée cyclable avec dispositif contre 63% avant). Il faut cependant noter que seuls 353 cyclistes au rouge ont été observés pour la période avec dispositif.

Concernant les piétons, le dispositif semble avoir eu un effet bénéfique sur le placement des piétons en traversée au vert : 76% se plaçaient sur le passage piéton, contre 59% avant.

On enregistre une baisse des conflits en présence du dispositif, qu'ils impliquent des véhicules motorisés ou entre les piétons et les cyclistes. Cette diminution est observée sur les 4 sites expérimentaux.

La compréhension et l'acceptation du dispositif a été appréhendée par enquête des cyclistes, avant et pendant l'expérimentation.

Un peu plus de la moitié des cyclistes interrogés déclarent regarder la couleur du feu avant de traverser, alors que 30% observent la circulation. Cette répartition est équivalente avant et pendant l'expérimentation.

Si le feu à leur attention est rouge, ils sont un peu plus de la moitié à déclarer s'arrêter et patienter, et environ 40% à traverser si la voie est libre. De même, la répartition est sensiblement équivalente avant et pendant l'expérimentation.

La majorité des cyclistes interrogés (83%) ne sont pas dérangés par l'absence d'un feu qui leur soit directement destiné (feu vélo).

L'enquête « après » a été réalisée 5 mois après la mise en place du dispositif.

- 28% des cyclistes indiquent avoir remarqué quelque chose de nouveau. Plus de la moitié de ceux-ci ont noté la présence des feux mixtes piéton / cycliste.
- 72% des cyclistes ont déclaré ne pas avoir remarqué quelque chose de nouveau. L'enquêteur leur a donc présenté le dispositif : 29% ont été surpris, n'ayant pas remarqué le dispositif.

94% des cyclistes trouvent claire l'information donnée par le signal mixte. Parmi ceux-ci, 43% le trouvent clair car le signal vert / rouge leur est familier, et 47% trouvent l'affichage du piéton et du vélo clair et lisible.

82% des cyclistes déclarent tenir compte de l'information fournie par le feu mixte pour traverser.

Enfin, le dispositif est jugé utile pour la moitié des cyclistes enquêtés, très utile pour 28%, moyennement utile pour 18% et inutile pour 6% d'entre eux.

## 6. DEMANDE DE POURSUITE DE L'EXPERIMENTATION

Les analyses effectuées font état d'un bilan positif du dispositif.

Aussi, la Ville de Strasbourg demande une **autorisation de prolongation** de la dérogation à l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière pour le maintien des feux mixtes piétons / cyclistes sur les sites déjà équipés.

La Ville de Strasbourg demande également l'**autorisation de dérogation sur de nouveaux sites** pour la mise en place du feu mixte piéton / cycliste, et propose de réaliser une évaluation de ce dispositif.

## Synthèse des résultats bruts des 2 campagnes d'observations, avant et après :

| campagne | plage horaire | sens   | nb cycles | FEU ROUGE  |            |           |           |           |           |           |           | FEU VERT  |      |           |           |           |  |  |  |
|----------|---------------|--------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|
|          |               |        |           | GRILLE_VEL | GRILLE_PIE | PLAC_CHEM | PLAC_CHEM | PLAC_CHEM | PLAC_CHEM | TRAV_CHEM | TRAV_CHEM | TRAV_CHEM | PIET | TRAV_CHEM | TRAV_CHEM | TRAV_CHEM |  |  |  |
| avant    | 1 hpm         | sens 1 | 73        | 81         | 248        | 19        | 5         | 3         | 13        | 69        | 33        | 6         | 44   | 26        | 19        |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 73        | 87         | 495        | 15        | 27        | 50        | 62        | 101       | 16        | 21        | 76   | 11        | 151       |           |  |  |  |
|          |               | hps    | sens 1    | 66         | 73         | 513       | 27        | 115       | 11        | 178       | 94        | 102       | 23   | 164       | 3         | 71        |  |  |  |
|          |               |        | sens 2    | 66         | 67         | 231       | 26        | 9         | 53        | 44        | 102       | 8         | 47   | 35        | 18        | 108       |  |  |  |
|          | 2 hpm         | sens 1 | 72        | 2          | 4          | 50        | 17        | 34        | 91        | 96        | 23        | 39        | 126  | 49        | 15        |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 72        | 17         | 15         | 85        | 64        | 32        | 120       | 96        | 69        | 43        | 150  | 51        | 30        |           |  |  |  |
|          |               | sens 1 | 68        | 15         | 26         | 81        | 29        | 22        | 218       | 135       | 31        | 31        | 363  | 29        | 23        |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 68        | 19         | 17         | 73        | 43        | 25        | 138       | 114       | 59        | 31        | 197  | 43        | 29        |           |  |  |  |
|          | 3 hpm         | sens 1 | 56        | 6          | 0          | 3         | 4         | 1         | 3         | 37        | 15        | 4         | 6    | 2         | 7         |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 56        | 3          | 2          | 5         | 0         | 2         | 3         | 24        | 2         | 6         | 15   | 3         | 6         |           |  |  |  |
|          |               | hps    | sens 1    | 52         | 1          | 0         | 2         | 3         | 0         | 4         | 26        | 4         | 4    | 19        | 2         | 12        |  |  |  |
|          |               |        | sens 2    | 52         | 5          | 1         | 7         | 0         | 3         | 3         | 40        | 6         | 10   | 18        | 7         | 14        |  |  |  |
| 4 hpm    | sens 1        | 38     | 3         | 18         | 4          | 6         | 1         | 15        | 2         | 0         | 2         | 2         | 1    | 0         |           |           |  |  |  |
|          | sens 2        | 38     | 6         | 15         | 9          | 7         | 3         | 9         | 4         | 0         | 1         | 3         | 0    | 0         |           |           |  |  |  |
|          | hps           | sens 1 | 35        | 24         | 21         | 21        | 3         | 1         | 21        | 5         | 1         | 0         | 10   | 0         | 0         |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 35        | 11         | 5          | 2         | 12        | 11        | 15        | 3         | 0         | 0         | 0    | 1         | 0         |           |  |  |  |
| après    | 1 hpm         | sens 1 | 69        | 72         | 192        | 12        | 2         | 5         | 14        | 105       | 9         | 54        | 135  | 31        | 14        |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 69        | 3          | 0          | 6         | 2         | 4         | 8         | 147       | 65        | 53        | 197  | 38        | 34        |           |  |  |  |
|          |               | hps    | sens 1    | 68         | 36         | 304       | 132       | 140       | 24        | 243       | 29        | 89        | 23   | 108       | 79        | 14        |  |  |  |
|          |               |        | sens 2    | 68         | 0          | 0         | 82        | 125       | 20        | 184       | 138       | 58        | 24   | 155       | 16        | 24        |  |  |  |
|          | 2 hpm         | sens 1 | 65        | 9          | 6          | 12        | 2         | 5         | 14        | 105       | 9         | 54        | 135  | 31        | 14        |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 65        | 3          | 0          | 6         | 2         | 4         | 8         | 147       | 65        | 53        | 197  | 38        | 34        |           |  |  |  |
|          |               | hps    | sens 1    | 62         | 15         | 39        | 10        | 4         | 3         | 37        | 191       | 29        | 63   | 467       | 19        | 9         |  |  |  |
|          |               |        | sens 2    | 62         | 4          | 3         | 1         | 1         | 1         | 3         | 166       | 39        | 74   | 230       | 43        | 25        |  |  |  |
|          | 3 hpm         | sens 1 | 55        | 1          | 0          | 4         | 2         | 0         | 2         | 54        | 1         | 2         | 7    | 3         | 8         |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 55        | 2          | 0          | 2         | 1         | 1         | 5         | 70        | 1         | 7         | 48   | 8         | 2         |           |  |  |  |
|          |               | hps    | sens 1    | 49         | 7          | 1         | 5         | 0         | 0         | 0         | 77        | 1         | 5    | 15        | 2         | 3         |  |  |  |
|          |               |        | sens 2    | 49         | 0          | 1         | 2         | 0         | 1         | 3         | 33        | 1         | 13   | 21        | 6         | 1         |  |  |  |
|          | 4 hpm         | sens 1 | 67        | 10         | 5          | 0         | 2         | 0         | 6         | 3         | 0         | 0         | 4    | 0         | 1         |           |  |  |  |
|          |               | sens 2 | 67        | 10         | 1          | 1         | 0         | 0         | 7         | 4         | 0         | 0         | 6    | 0         | 3         |           |  |  |  |
|          |               | hps    | sens 1    | 60         | 8          | 2         | 8         | 3         | 1         | 8         | 6         | 0         | 0    | 7         | 0         | 0         |  |  |  |
|          |               |        | sens 2    | 60         | 15         | 6         | 1         | 0         | 0         | 2         | 2         | 0         | 0    | 14        | 1         | 2         |  |  |  |