



# **Analyse du comportement des piétons lors de la traversée des chaussées sur passage protégé**

Interactions véhicules - piétons

**Juin 2005**

**Historique des versions du document**

---

<b>Version</b>	<b>Auteur</b>	<b>Commentaires</b>
1.0	Catherine Barthe	Relecture Patrick Olivero, Florence Saint Paul, Nour-eddin El Faouzi
1.1	Catherine Barthe	Relecture Patrick Olivero, Florence Saint Paul, Nour-eddin El Faouzi

**Affaire suivie par**

---

Catherine Barthe – CETE SO/DAT/ZELT  
Tél. 05 62 25 97 80, fax 05 62 25 97 99  
Catherine.barthe@equipement.gouv.fr

référence fichier : c:\cathy\pietons-video\inter-pieton-vp.doc

<b><u>1.</u></b>	<b><u>CONTEXTE .....</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>2.</u></b>	<b><u>OBJECTIFS DE L'ANALYSE .....</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>3.</u></b>	<b><u>DESCRIPTION DES SITES DE TRAVERSÉES.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
	CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES, DE TRAFIC ET ENVIRONNEMENTALES .....	8
3.1.	PÉRIODES D'OBSERVATION DES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES TRAVERSÉES ..	10
3.2.	PÉRIODES D'EXPLOITATION DES TRAVERSÉES PIÉTONNES AU ROUGE .....	10
<b><u>4.</u></b>	<b><u>CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMPORTEMENTS LIÉS AUX PIÉTONS .....</u></b>	<b><u>11</u></b>
4.1.	CARACTÉRISTIQUES GLOBALES DU TRAFIC PIÉTON.....	11
4.2.	RÉPARTITION DES PIÉTONS ENGAGÉS SELON LA COULEUR DE LA FIGURINE .....	12
4.3.	DATE D'ENGAGEMENT DES PIÉTONS DANS LE ROUGE DE DÉGAGEMENT .....	13
4.4.	DATE D'ENGAGEMENT DES PIÉTONS DANS LE VERT .....	15
4.5.	TEMPS D'ENGAGEMENT DES VÉHICULES .....	16
<b><u>5.</u></b>	<b><u>CARACTÉRISTIQUES DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE .....</u></b>	<b><u>18</u></b>
5.1.	RAPPEL DE TERMINOLOGIE ET D'ÉCHANTILLONNAGE .....	18
5.2.	CARACTÉRISTIQUES DES PÉRIODES OBSERVÉES : CYCLES, TRAFIC VÉHICULES .....	18
5.3.	VITESSE D'APPROCHE DES VÉHICULES .....	18
5.4.	DENSITÉ DES VÉHICULES AU VERT.....	19
5.5.	VITESSE DE TRAVERSÉE DES PIÉTONS.....	20
5.6.	QUANTIFICATION DE LA PRISE DE RISQUE DES PIÉTONS S'ENGAGEANT AU ROUGE .....	21
<b><u>6.</u></b>	<b><u>COMPORTEMENT DES VÉHICULES EN TOURNE À DROITE.....</u></b>	<b><u>24</u></b>
<b><u>7.</u></b>	<b><u>ANALYSE QUALITATIVE DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE .....</u></b>	<b><u>26</u></b>
7.1.	ÉCHANTILLONNAGE .....	26
7.2.	PRISE DE DÉCISION DE TRAVERSER AU ROUGE .....	26
7.2.1	LIAISON ENTRE LES MOMENTS D'ARRIVÉE ET D'ENGAGEMENT DU PIÉTON .....	26
7.2.2	TEMPS D'ATTENTE SUR TROTTOIR .....	27
7.2.3	EFFET D'ENTRAÎNEMENT .....	28
7.3.	COMPORTEMENTS POTENTIELLEMENT DANGEREUX SUR TROTTOIR.....	28
7.3.1	HÉSITATIONS SUR TROTTOIR .....	28
7.3.2	RETOUR SUR TROTTOIR .....	28
7.4.	ÉTAT DE LA SIGNALISATION PENDANT LA TRAVERSÉE .....	28
7.5.	ATTENTE EN COURS DE TRAVERSÉE.....	29
7.5.1	ATTENTE SUR CHAUSSÉE EN ZONE PROTÉGÉE.....	29
7.5.2	ATTENTE EN MILIEU DE CHAUSSÉE .....	29
7.6.	SYNTHÈSE DES TEMPS D'ATTENTE .....	29
7.7.	PRÉSENCE SIMULTANÉE DE PIÉTONS ET VÉHICULES SUR LE PASSAGE PROTÉGÉ.....	30
7.8.	VÉHICULES GÊNÉS PAR LES PIÉTONS TRAVERSANT AU ROUGE.....	31
7.9.	COMPORTEMENTS PARTICULIERS DES PIÉTONS TRAVERSANT AU ROUGE .....	33
<b><u>8.</u></b>	<b><u>ANALYSE STATISTIQUE DES COMPORTEMENTS SUR PASSAGES PIÉTONS .....</u></b>	<b><u>35</u></b>
8.1.	CODIFICATION DES VARIABLES.....	35
8.2.	ANALYSE DES CORRÉLATIONS .....	36
8.3.	THÈME : TRAVERSÉES AU ROUGE (HORS ROUGE DE DÉGAGEMENT) .....	36
8.4.	THÈME : TRAVERSÉES AU ROUGE DE DÉGAGEMENT .....	37
8.5.	THÈME : INTERACTIONS PIÉTONS - VÉHICULES AU ROUGE PIÉTON.....	38
<b><u>9.</u></b>	<b><u>RÉSUMÉ.....</u></b>	<b><u>39</u></b>

<b>9.1.</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMPORTEMENTS LIÉS AUX PIÉTONS.....</b>	<b>39</b>
<b>9.2.</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE.....</b>	<b>40</b>
<b>9.3.</b>	<b>ANALYSE QUALITATIVE DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE</b>	<b>40</b>
<b>9.4.</b>	<b>ANALYSE STATISTIQUE DES INDICATEURS QUANTITATIFS .....</b>	<b>42</b>

<b>TITRE</b>	<b>Analyse du comportement des piétons lors de la traversée des chaussées sur passage protégé - Interactions véhicules - piétons</b>
<b>Date de publication</b>	Avril 2005
<b>Auteur(s)</b>	Catherine BARTHE
<b>Diffusion</b>	CERTU
<b>Demandeur de la prestation</b>	CERTU – Département SYS – Groupe Transports Jacques NOUVIER, Christophe DAMAS
<b>Contexte de la prestation</b>	La prestation consiste à analyser des enregistrements vidéo de traversées piétonnes (réalisés pour la mesure de la référence avant installation du système TEMPOCITE) notamment pour caractériser les comportements lors des traversées illicites impliquant des interactions entre véhicules et piétons.
<b>Objectif du document</b>	Mesurer les caractéristiques générales des comportements des piétons et des conducteurs de véhicules (utilisation des durées de vert piétons, répartition des engagements des piétons selon la couleur de la figurine, temps d'engagement des véhicules) Expliquer le comportement des piétons qui s'engagent au rouge piétons, au-delà du rouge de dégagement (instants de traversée, durées d'attente, comportements potentiellement dangereux, gêne exercée sur les véhicules, prise de risque encouru par le piéton, vitesse de traversée des piétons, vitesse d'approche des véhicules, comportement des véhicules en mouvement tournant)
<b>Description succincte du contenu</b>	Description des traversées, qualification des comportements et quantification des indicateurs de mesures définis pour remplir les objectifs décrits ci-dessus
<b>Principaux résultats</b>	65 % des piétons s'engagent au vert, 8 % au rouge de dégagement et 27 % au rouge hors dégagement. 59 % des engagements au rouge présentent un risque fort car un véhicule franchissant le feu au vert pourrait être en conflit avec le piéton. Dans ce cas le délai moyen entre le passage du piéton et du véhicule en conflit potentiel est de 6,7 s, soit une distance moyenne parcourue par le véhicule de 75 m. Selon les sites, plus l'approche des véhicules est rapide plus le piéton « garanti » sa traversée par un espace long. 13 % des véhicules en tourne à droite s'arrêtent pour laisser passer des piétons, 5 % leur refusent la priorité, dont 0,4 % à des piétons déjà engagés. 17 % des personnes hésitent ou font ½ tour sur le trottoir avant de s'engager au rouge. 35 % des traversées au rouge se font en présence de véhicules en mouvement devant, derrière ou à la fois devant et derrière le piéton sur le passage protégé. 8 % des personnes engagées au rouge s'arrêtent au milieu de la chaussée. 12 % des piétons traversant au rouge ont gêné au moins un véhicule. 38 % des véhicules gênés ont été obligés de s'arrêter. 23 % des traversées au rouge font apparaître des conditions ou un comportement particulier, dont les 2/3 concernent le rythme de traversée.

## **1. CONTEXTE**

En 1999 et 2000 la ZELT a réalisé, à la demande de la ville de Toulouse, une évaluation d'un système destiné à sécuriser les piétons dans leur traversées des chaussées sur passage piétons équipés de feux (système TEMPOCITE). Le principe général de cette évaluation était de comparer l'évolution des indicateurs avant et après mise en place du système. La plupart des indicateurs avaient été construits par analyse vidéo des traversées, ils laissaient disponibles des enregistrements de durée importante de traversées piétonnes sur huit sites de la commune de Toulouse. Il a ainsi paru intéressant de réutiliser la « base de données vidéo » recueillie évidemment dans la phase avant mise en service du matériel TEMPOCITE, avec d'autres objectifs d'analyse que nous précisons ci-après. Notons également que les images brutes des traversées du passage piéton avaient été complétées par un horodatage précis à la seconde et par l'état réel reconstitué de l'ensemble des feux (figurines piétons et feux véhicules), les images brutes ne disposant en effet que de l'une ou l'autre de ces informations.

## **2. OBJECTIFS DE L'ANALYSE**

L'objectif principal est l'analyse des situations de traversée irrégulière des piétons (franchissement au rouge hors rouge de dégagement) et des interactions existant entre le comportement des automobilistes et celui des piétons.

On mesurera d'abord les caractéristiques générales des comportements des piétons et des conducteurs de véhicules en étudiant :

- l'utilisation des durées de vert piétons
- la répartition des engagements des piétons selon la couleur de la figurine, en précisant le moment d'engagement dans chaque couleur (engagements tardifs au vert, engagements au rouge de dégagement)
- le temps d'engagement des véhicules

On cherchera plus particulièrement à expliquer le comportement des piétons qui s'engagent au rouge piétons, au-delà du rouge de dégagement, en caractérisant :

- les instants de traversée, les durées d'attente
- les comportements potentiellement dangereux : hésitations,  $\frac{1}{2}$  tours, changements de rythme de traversée etc.
- la gêne exercée sur les véhicules et les comportement de ceux-ci qui en découlent
- la quantification de la prise de risque encouru par le piéton par la mesure du délai séparant le passage du piéton et celui du véhicule pouvant être en conflit avec lui sur le passage piéton
- la vitesse de traversée des piétons
- la vitesse d'approche des véhicules
- le comportement des véhicules en mouvement tournant

Par abus de langage, la période désignée par « rouge piétons » exclut la période de rouge de dégagement. En effet, pendant la période de rouge de dégagement, bien que la figurine piéton soit rouge et la traversée par conséquent réglementairement interdite, les véhicules sont également au rouge, ce qui diminue le danger potentiel encouru par le piéton.

### 3. DESCRIPTION DES SITES DE TRAVERSÉES

Les huit passages piétons expérimentés sont situés dans la commune de Toulouse, ils peuvent être caractérisés sommairement comme suit :

Dénomination	Caractéristiques de régulation	<b>CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES, DE TRAFIC ET ENVIRONNEMENTALES</b>
ROOSEVELT caractéristiques communes aux trois traversées suivantes	Carrefour véhicules complexe macro - régulé à cycle fixe	Carrefour très important du centre ville aussi bien au niveau du trafic véhicules (croisement entre les boulevards et un axe fort de pénétration dans l'hypercentre) qu'au niveau du trafic piéton : desserte de la station de métro JAURES, d'arrêts de bus, du magasin FNAC et autres forts générateurs : cinémas, restaurants, Air France
ROOSEVELT - FNAC	exemple de durée du cycle piéton : vert : 39 s, rouge : 41 s	Nombre de voies à traverser : 1 sens de circulation, 2 voies véhicules (+ un espace anormalement occupé en stationnement). Trafic piéton intense : plus particulièrement par la desserte de la FNAC et du métro. Flux véhicules d'intensité moyenne <sup>1</sup> en sortie de l'hypercentre.
ROOSEVELT - STRASBOURG	exemple de durée du cycle piéton : vert : 20 s, rouge : 60 s	Traversée du boulevard de Strasbourg : 2 sens de circulation sans séparateur, 5 voies véhicules : 3 entrantes + 2 sortantes Les deux sortantes sont traversées dans la phase de vert piéton par un flux de véhicules en tourne à droite. Flux piéton très important, concentré dans le vert. Flux véhicules très dense (boulevards).
ROOSEVELT - JAURES	exemple de durée du cycle piéton : vert : 41 s, rouge : 39 s	Traversée de 3 voies véhicules dans le sens de circulation « entrant » des Allées Jean Jaurès (la traversée de l'autre sens de circulation est complètement indépendante, vu la largeur et l'activité du terre-plein central : accès métro, centre commercial). Volume du flux piéton faible par rapport aux autres traversées étudiées. Flux véhicules dense : axe important de pénétration vers le centre.
AZUR  Occasionne deux traversées indépendantes :	Feu piéton uniquement. Fonctionnement sur appel piéton (sinon vert permanent véhicules).	Traversée d'un boulevard urbain à 2x2 voies avec terre - plein central. Les traversées de chaque sens de circulation sont décalées (traversée dite en baïonnette) et indépendantes pour ce qui concerne le fonctionnement des

<sup>1</sup> Au regard des autres flux transitant dans le carrefour

sens vers Cépière dite AZUR  Et  sens depuis Cépière dite CEPIERE		feux. L'utilisateur actionnant l'appel des feux doit le faire au niveau du trottoir pour la première partie de la traversée puis sur le terre - plein pour la deuxième partie. C'est pourquoi, la traversée a été traitée comme deux « sites » indépendants détaillés ci-après. Le flux de trafic véhicules est moyen dans la journée, assez fort à la pointe liée aux trajets domicile - travail, mais s'effectue toujours à vitesse élevée. Les flux piétons sont très faibles essentiellement expliqués par les liaisons entre une cité d'habitat et un petit centre commercial, un arrêt de bus et un lycée à quelques centaines de mètres.
AZUR	Durée de vert piéton : 6 s	Côté cité d'habitat. Véhicules vers Toulouse Centre
CEPIERE	Durée de vert piéton : 7 s	Côté arrêt bus, centre commercial, lycée Véhicules vers périphérie
NOTRE DAME	Carrefour véhicules macro - régulé à cycle fixe	Traversée de deux voies de circulation (une dans chaque sens), la voie sortante est traversée dans le vert piéton par le flux de véhicules en tourne à droite depuis la rue Notre Dame. Trafic piéton peu intense, malgré la proximité d'une école primaire (DUPONT), et l'utilisation possible du passage par les élèves du Lycée pour accéder aux arrêts de bus Grande Rue St Michel. Trafic véhicules très intense mais lent et fortement saturé aux heures de pointe.
CARNOT CARAMAN	Feu piéton fonctionnant sur appel (sinon vert permanent véhicules)	Traversée du boulevard Carnot (2x2 voies) à proximité du centre ville, au niveau de la rue Caraman (accès à la Sécurité Sociale). Les piétons peuvent traverser en deux temps, en se positionnant au niveau des petits îlots séparateurs des sens de circulation sur lesquels sont implantés les poteaux de feu. Bien que disposant par sécurité de boîtiers d'appel piéton sur les îlots centraux, la traversée est organisée pour s'effectuer en un seul temps. Trafic véhicules intense mais à vitesse élevée en heures creuses.
RICARDIE	Feu piéton fonctionnant sur appel (sinon vert permanent véhicules)	Traversée de deux voies de circulation (une par sens). Passage situé en face de l'accès à une école primaire et maternelle (Ecole Ricardie) et étudié en tant que tel. Environ une demi heure autour des principales heures d'entrées ou sorties des classes, un agent de sécurité de la Ville de Toulouse aide les enfants à traverser (personne désignée ci-après par « AIDE »)

### 3.1. PÉRIODES D'OBSERVATION DES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES TRAVERSÉES

Pour chaque traversée, on dispose de 8 heures d'enregistrement caractérisées comme suit :

Carrefour	Date	Période horaire	Météo
Roosevelt FNAC	Lundi 25/10	11h00-12h25 13h15-14h40 14h45-16h00	Beau, soleil Beau, soleil Beau, soleil
	Jeudi 21/10	9h45-13h50	Beau
Roosevelt Jaurès	Mardi 19/10	10h30-14h25 14h50-15h00	Beau Beau
	Mercredi 20/10	9h00-13h00	Beau, soleil, vent
Roosevelt Bd de Strasbourg	Mercredi 20/10	13h30-17h35	Beau, vent
	Mardi 19/10	15h10-19h10	Nuit vers 18h30
Azur et Cépière	Mardi 9/11	9h30-17h30	Gris jusqu'à 12h Soleil 12h-15h30 Gris 15h30-17h30
Notre Dame	Lundi 8/11	7h30-8h30	Nuit en première heure
	Et Vendredi 29/10	11h-12h 13h-14h 16h-17h	Beau temps froid le 8/11 Beau temps le 29/10
Ricardie	Jeudi 21/10	11h-12h30	Vent
		13h30-14h15	Beau temps , soleil
		16h20-17h15	Beau temps
	Mardi 26/10 Mardi 19/10	8h-9h 11h-12h30 13h30-14h30 16h10-17h15	Beau, nuit au début RAS, temps couvert, sans pluie gênante idem
Carnot - Caraman	Mercredi 20/10	9h-17h	Vent violent, gris jusqu'à 13h, Soleil ensuite

### 3.2. PÉRIODES D'EXPLOITATION DES TRAVERSÉES PIÉTONNES AU ROUGE

Parmi les périodes précédentes, certaines ont été retenues pour l'analyse spécifique des comportements des piétons franchissant illicitement le passage piéton au rouge. D'une durée totale d'une dizaine d'heures elles sont réparties sur chacune des traversées avec des durées de 1h à 1h30 (1h30 pour les traversées les plus fréquentées) conformément au tableau suivant.

Carrefour	Date	Période horaire	Durée
Roosevelt FNAC	Lundi 25/10	11h00-12h25	1h30
Roosevelt Jaurès	Mardi 19/10	10h30-11h30	1h
Roosevelt Bd de Strasbourg	Mercredi 20/10	13h30-15h	1h30
Azur	Mardi 9/11	11h20-12h35	1h15
Cépière	Mardi 9/11	11h50-12h50	1h
Notre Dame	Lundi 8/11	7h30-8h30	1h
Ricardie	Jeudi 21/10	11h-12h30	1h30

## 4. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMPORTEMENTS LIÉS AUX PIÉTONS

### 4.1. CARACTÉRISTIQUES GLOBALES DU TRAFIC PIÉTON

Carrefour	Nombre total de piétons	Nombre de cycles de feux	part de cycles sans piétons (%)	Durée moyenne de vert piéton (secondes)	part de vert piéton (%)	nombre moyen de piétons par cycle
Roosevelt FNAC	4842	365	0,0	38,8	48,6	13
Roosevelt STRASBOURG	7072	359	0,0	19,5	24,5	20
Roosevelt JAURES	3054	361	0,6	41,3	51,7	8
AZUR	345	170	41,2	6,3	4,1	2
CEPIERE	268	89	22,5	7,0	2,6	3
NOTRE DAME	804	359	47,9	14,6	18,1	2
CARNOT	1461	239	13,8	15,5	12,8	6
RICARDIE	839	287	9,1	9,0	9,6	3
TOTAL	18685	2229	14,5	22,1	22,3	8

L'ensemble des observations réalisées sur les huit traversées, pendant une durée totale de 61h30mn, concernent 18700 piétons dont 80% concentrés sur les trois traversées du carrefour Roosevelt. On distingue :

- les traversées fonctionnant à cycle fixe : Roosevelt et Notre Dame, qui, avec des longueurs de cycles voisines de 80s, occasionnent l'observation d'environ 360 cycles par traversée. Dans chaque cycle, la durée de vert est longue : 40 s pour Roosevelt Jaurès et Roosevelt FNAC, 20 s pour Roosevelt Strasbourg et 15 s pour Notre Dame.
- Les traversées fonctionnant sur appel par bouton poussoir, sur lesquelles on observe un nombre de cycles beaucoup plus faible et une moindre fréquentation. Variant de 6 s à 15 s, la durée de vert piéton est également beaucoup plus faible que celle des traversées à cycle fixe.

Au carrefour Roosevelt, la forte fréquentation piétonne justifie le fonctionnement en cycle fixe. Pratiquement tous les verts piétons déclenchés ont vu l'engagement d'usager(s). Par contre à Notre Dame, près de la moitié des cycles de vert piétons sont inutilisés. Sur les traversées commandées par bouton poussoir, les cycles dits « sans piétons » sont provoqués par les usagers qui traversent au rouge sans attendre le passage au vert qu'ils ont demandé en actionnant le bouton poussoir. Dans ce cas, le vert piéton déclenché ultérieurement ne voit aucun engagement piéton. La part des cycles ainsi déclenchés inutilement atteint 40% à Azur ou Cépière.

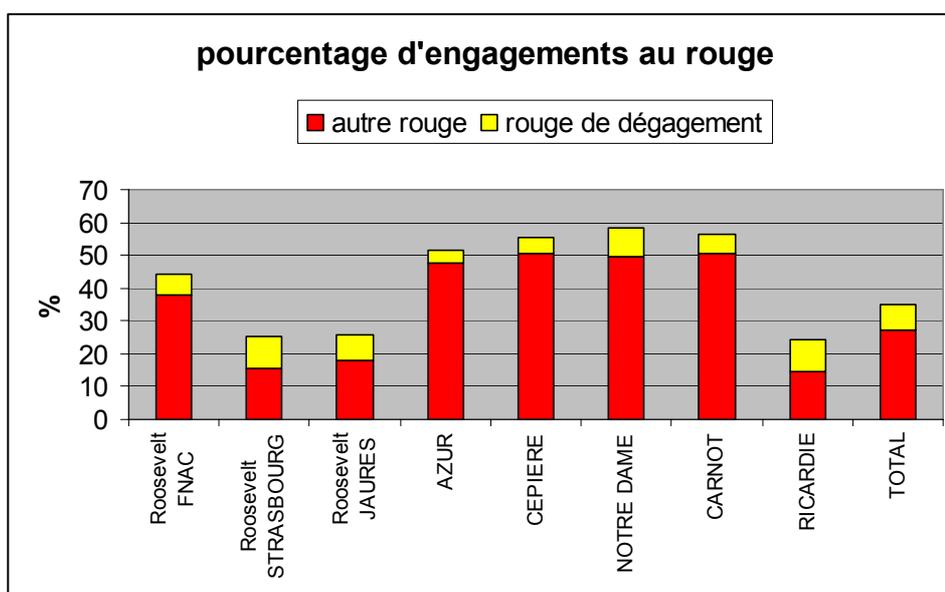
La part du temps du cycle consacré au vert pour les piétons est d'environ 50% pour les traversées Roosevelt FNAC et Jaurès, fonctionnant en cycle fixe. Elle est bien évidemment beaucoup plus faible pour les traversées fonctionnant sur appel. Le minimum d'utilisation des

feux pour les traversées piétonnes est observé à CEPIERE, avec moins de 3% de temps consacré au vert piétons.

Le trafic moyen de 8 piétons par cycle cache de grosses disparités entre les traversées très peu fréquentées (Azur, Cépierre, Notre Dame, Ricardie) avec 2 ou 3 piétons par cycle, et les traversées très fréquentées du carrefour Roosevelt (20 piétons par cycle pour la traversée du boulevard de Strasbourg).

#### 4.2. RÉPARTITION DES PIÉTONS ENGAGÉS SELON LA COULEUR DE LA FIGURINE

Carrefour	Piétons engagés au rouge (%)	Piétons engagés au vert (%)	Piétons engagés au rouge de dégagement (%)
Roosevelt FNAC	38,1	55,7	6,3
Roosevelt STRASBOURG	15,5	74,7	9,7
Roosevelt JAURES	18,0	74,4	7,6
AZUR	47,8	48,4	3,8
CEPIERE	50,7	44,8	4,5
NOTRE DAME	49,4	41,8	8,8
CARNOT	50,7	43,7	5,6
RICARDIE	14,4	75,9	9,7
TOTAL	27,0	65,0	7,9



La part des piétons engagés au rouge (hors rouge de dégagement) est très liée à la configuration géométrique de la traversée :

- avec seulement 15 % de piétons engagés au rouge, la signalisation de la traversée des 5 voies du boulevard de Strasbourg au carrefour Roosevelt est la plus respectée
- la traversée des 3 voies des allées Jean Jaurès est semblable avec 18% de non respect du feu rouge piéton.
- pour les autres traversées, à 2 voies de circulation, le taux d'engagement au rouge varie entre 38% et 51%
  
- le passage piéton école Ricardie fait exception, parmi les passages à 2 voies de circulation, avec un taux d'engagement au rouge de 14 %. Ce fort respect de la réglementation s'explique certainement par la présence des agents de sécurité aidant les enfants à traverser lors des entrées ou sorties d'école.

La part des piétons engagés pendant le rouge de dégagement varie entre 4 % (Azur) et 10 % (Ricardie, Roosevelt Strasbourg). La part importante de tels engagements à Ricardie s'explique sans doute par les habitudes prises en présence de l'agent aidant la traversée des enfants, ceux-ci étant en effet incités à s'engager par l'aide qui se substitue au feu (si nécessaire) pour retenir les véhicules. La liaison entre le pourcentage d'engagements au rouge de dégagement et la durée du rouge de dégagement n'est pas évidente, on remarque cependant que ce pourcentage est plus fort pour les traversées à cycle fixe.

Globalement (pour l'ensemble des huit sites) le pourcentage d'engagements au rouge de dégagement dans le total des usagers est de 7,9 % et le pourcentage d'engagements au rouge (hors dégagement) de 27 %. Sur un échantillon nombreux de 18700 traversées piétonnes, à peine 2/3 (65 %) sont effectuées licitement lorsque la figurine piéton est verte.

### **4.3. DATE D'ENGAGEMENT DES PIÉTONS DANS LE ROUGE DE DÉGAGEMENT**

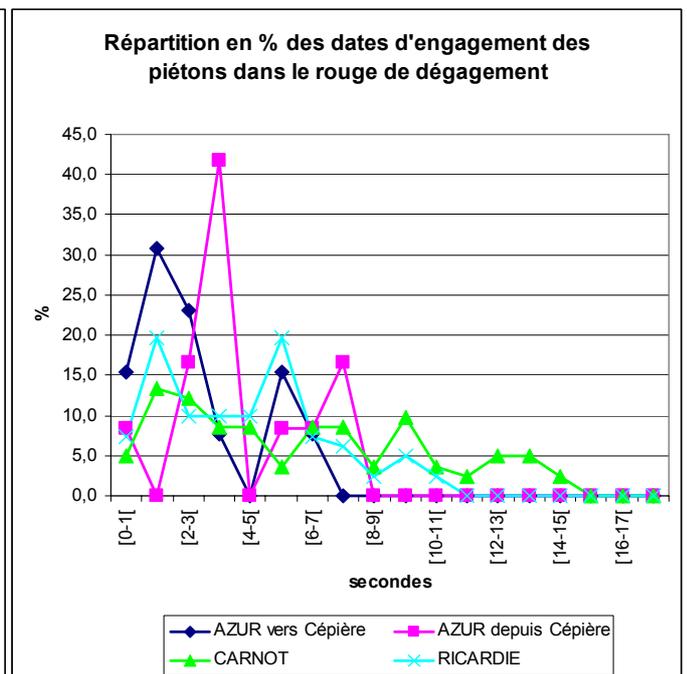
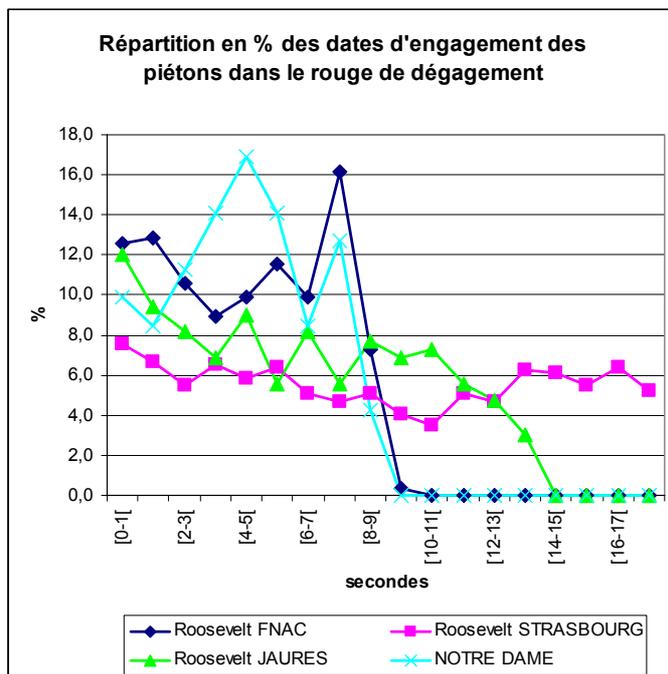
Le tableau suivant indique la répartition en pourcentage des piétons s'engageant pendant le rouge de dégagement selon le délai (en secondes) après l'apparition du rouge.

Sur les traversées courtes, les répartitions sont assez aléatoires. On voit souvent un pic entre 1 et 2 secondes avant l'apparition du vert véhicules.

La répartition des engagements des piétons dans le rouge de dégagement du boulevard de Strasbourg (carrefour Roosevelt) est d'une régularité remarquable. Vu la largeur de la chaussée (5 voies), c'est la traversée où le rouge de dégagement est le plus long (18 s) et chacune des périodes d'amplitude d'une seconde voit des engagements de piétons à fréquence équivalente.

Sur les traversées larges de Carnot et Roosevelt Jaurès (dégagements respectifs de 15s et 14s), la répartition des engagements piétons est plus irrégulière, mais l'on distingue cependant une décroissance des fréquences d'engagement en fin de rouge de dégagement.

REPARTITION EN POURCENTAGE								
Date en secondes	Roosevelt FNAC	Roosevelt STRASBOU RG	Roosevelt JAURES	NOTRE DAME	AZUR	CEPIERE	CARNOT	RICARDIE
[0-1[	12,5	7,5	12,0	9,9	15,4	8,3	4,9	7,4
[1-2[	12,9	6,7	9,4	8,5	30,8	0,0	13,4	19,8
[2-3[	10,6	5,5	8,2	11,3	23,1	16,7	12,2	9,9
[3-4[	8,9	6,5	6,9	14,1	7,7	41,7	8,5	9,9
[4-5[	9,9	5,8	9,0	16,9	0,0	0,0	8,5	9,9
[5-6[	11,6	6,4	5,6	14,1	15,4	8,3	3,7	19,8
[6-7[	9,9	5,1	8,2	8,5	7,7	8,3	8,5	7,4
[7-8[	16,2	4,6	5,6	12,7	0,0	16,7	8,5	6,2
[8-9[	7,3	5,1	7,7	4,2	0,0	0,0	3,7	2,5
[9-10[	0,3	4,1	6,9	0,0	0,0	0,0	9,8	4,9
[10-11[	0,0	3,5	7,3	0,0	0,0	0,0	3,7	2,5
[11-12[	0,0	5,1	5,6	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
[12-13[	0,0	4,6	4,7	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0
[13-14[	0,0	6,2	3,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0
[14-15[	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
[15-16[	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
[16-17[	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
[17-18]	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

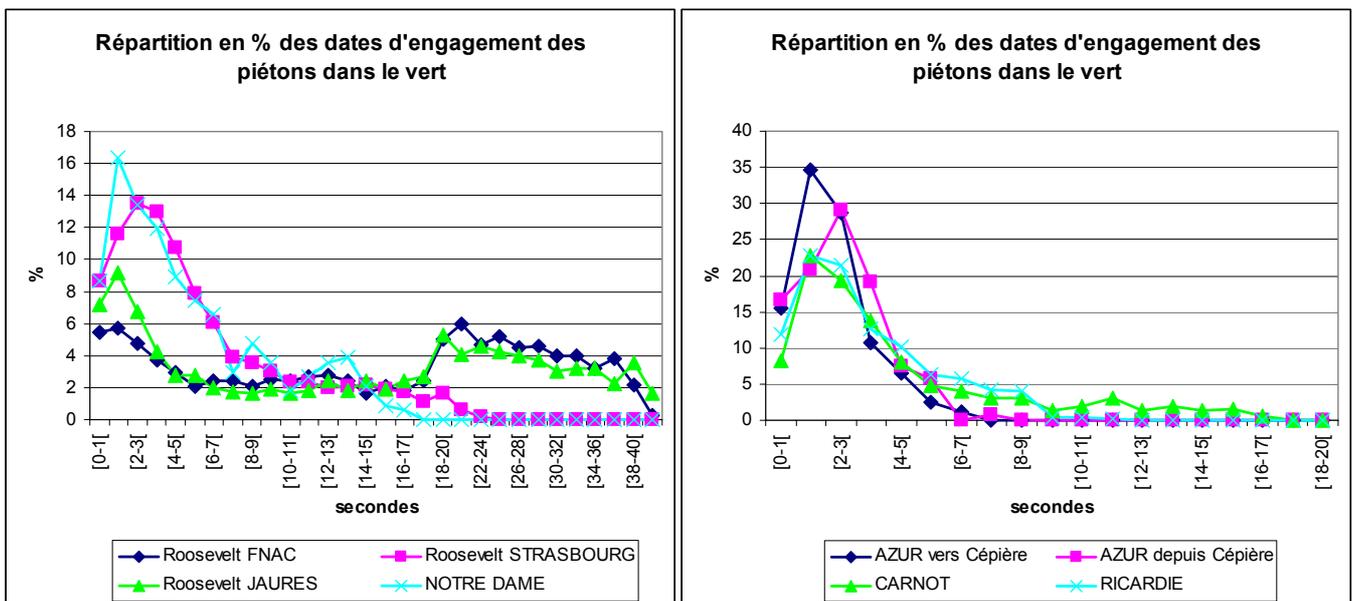


REPARTITION EN POURCENTAGE									
	Roosevelt FNAC	Roosevelt STRASBOU RG	Roosevelt JAURES	NOTRE DAME	AZUR vers Céprière	AZUR depuis Céprière	CARNOT	RICARDIE	TOTAL
1er quart	28,7	29,3	33,0	22,5	38,5	25,0	39,0	35,8	30,4
milieu	44,9	43,8	48,9	60,6	38,5	58,3	46,3	55,6	46,5
dernier quart	26,4	26,9	18,0	16,9	23,1	16,7	14,6	8,6	23,1

On remarque encore la spécificité de Ricardie, où l'aide à la traversée des enfants semble jouer le rôle du gendarme : la part des engagements dans le dernier quart du rouge de dégagement est presque trois fois plus faible que la moyenne.

La part des engagements dans le dernier quart du rouge de dégagement est plus forte sur les carrefours à cycles fixes (18% à 27%) que sur les traversées commandées par bouton poussoir (9% à 17%).

#### 4.4. DATE D'ENGAGEMENT DES PIÉTONS DANS LE VERT



La répartition des engagements des piétons dans le vert montre dans tous les cas un pic entre une et deux voire trois secondes après le passage au vert. Ce pic est beaucoup plus fort pour les traversées fonctionnant sur appel. Pour les traversées FNAC et Jaurès du carrefour Roosevelt, après le pic assez peu marqué en début de vert, la répartition est très régulière autour de 2% jusqu'à la vingtième seconde, puis remonte autour de 4% dans les vingt dernières secondes, traduisant probablement l'arrivée des usagers effectuant la deuxième partie de leur traversée après le terre plein central.

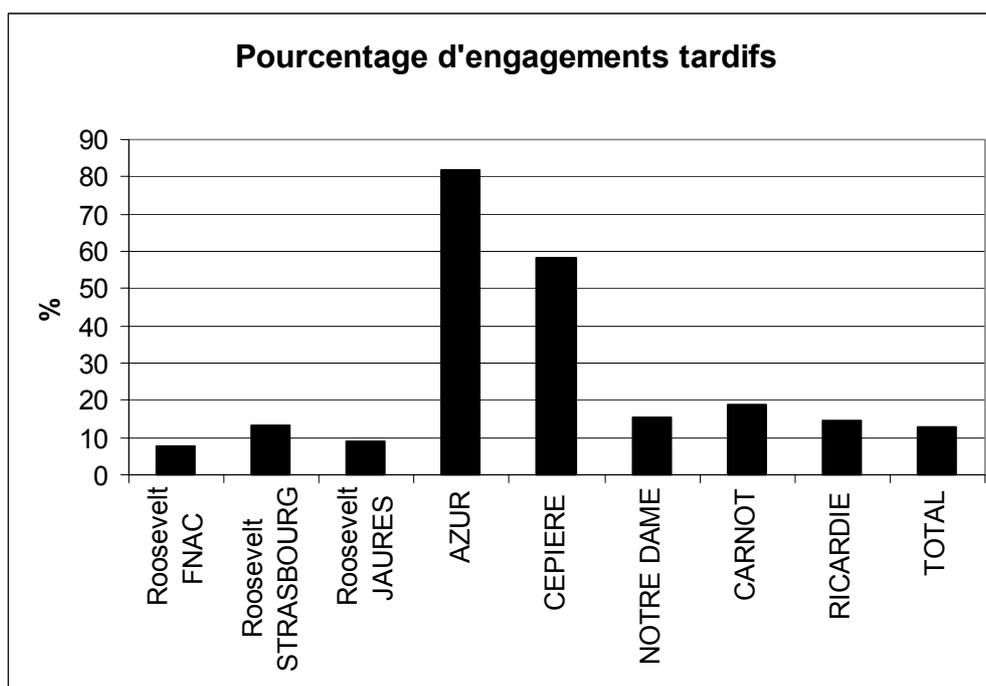
La notion « d'engagement tardif » a été définie intuitivement pour estimer, d'après la date de leur engagement au vert, quels sont les usagers n'ont pas fini leur traversée à l'apparition du rouge. Un engagement est dit tardif s'il est fait au delà de deux secondes après le dernier instant permettant de finir la traversée dans le vert. Le temps de traversée pris en compte dans ce calcul est un temps « normal » de traversée mesuré aléatoirement<sup>2</sup> parmi les usagers « moyens ». Il ne s'agit pas de la durée de traversée « de sécurité » utilisée pour le calcul du rouge de dégagement, qui elle, prend en compte le temps de traversée des personnes les plus pénalisantes (personnes âgées, poussettes etc...).

<sup>2</sup> cette mesure n'a pas de valeur statistique

Dans l'ensemble des traversées observées, le nombre des engagements tardifs dans le vert est ainsi estimé à 1580, soit un nombre du même ordre que celui des engagements détectés dans le rouge de dégagement (1480).

Le pourcentage d'engagements tardifs, globalement de 13 %, est très variable selon la durée du vert piéton et son rapport avec la durée moyenne de traversée. Ainsi, sur AZUR, plus de 80% des usagers sont considérés comme engagés tardivement, c'est à dire qu'ils n'ont pas « normalement » le temps de finir leur traversée au vert. Le phénomène est inversé par exemple à Roosevelt FNAC où la durée de vert de 36 s pour un temps de traversée moyen de 6 s n'empêche théoriquement de finir leur traversée que 6 % des usagers.

Passage	Roosevelt FNAC	Roosevelt STRASBOURG	Roosevelt JAURES	AZUR	CEPIERE	NOTRE DAME	CARNOT	RICARDIE	TOTAL
temps normal de traversée (s)	6	10	8	7	7	6	10	5	
durée moyenne de vert (s)	39	20	41	6	7	15	15	9	
nombre total de piétons engagés au vert	2695	5286	2271	167	120	336	638	637	12150
% d'engagements tardifs	7,7	13,1	9,0	82,0	58,3	15,5	18,7	14,6	13,0



#### 4.5. TEMPS D'ENGAGEMENT DES VÉHICULES

Définition : différence de temps entre le vert véhicules et le passage du capot du premier véhicule au droit du début du marquage au sol du passage piéton.

Un temps d'engagement négatif traduit un franchissement du feu rouge. Tant que les valeurs sont limitées à une, deux voire trois secondes, on pourra considérer le franchissement comme une anticipation du vert<sup>3</sup>.

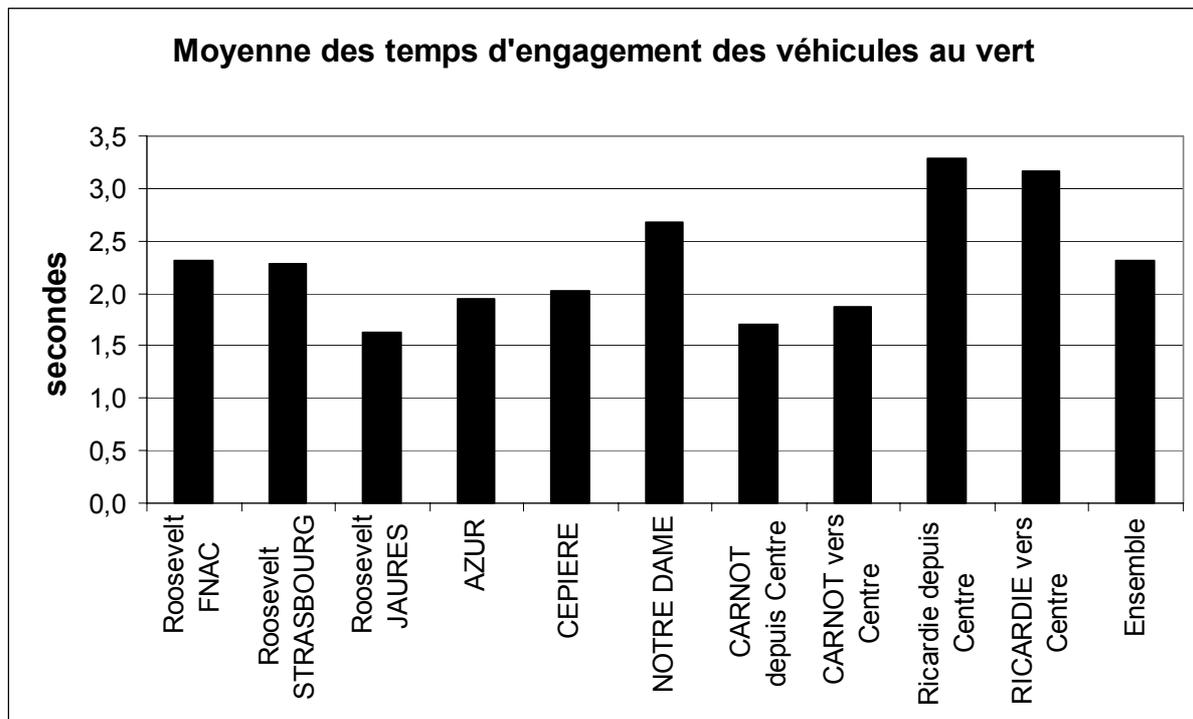
<sup>3</sup> éventuellement une imprécision de mesure

Temps exprimés en secondes	Roosevelt FNAC	Roosevelt STRASBOURG	Roosevelt JAURES	AZUR	CEPIERE	NOTRE DAME	CARNOT depuis Centre	CARNOT vers Centre	Ricardie depuis Centre	RICARDIE vers Centre	Ensemble
Maximum	15,3	5,4	4,2	6,2	5,5	12,5	5,6	6	10	9,6	15,3
Minimum	0,3	0,3	0,4	-4,4	-8,6	-7	-25,1	-8,5	-9	-10,1	-25,1
Moyenne	2,3	2,3	1,6	1,9	1,7	2,6	0,9	1,7	2,9	2,8	2,1
Ecart-type	1,5	0,9	0,7	1,1	1,8	2,0	3,2	1,5	2,3	2,2	1,9
% de temps négatifs (engagements au rouge)	0,0	0,0	0,0	0,6	3,6	1,3	11,9	4,3	5,8	5,6	2,9
nombre total de temps mesurés	365	359	361	168	83	315	235	234	258	251	2629
moyenne des temps positifs	2,3	2,3	1,6	1,9	2,0	2,7	1,7	1,9	3,3	3,2	2,3

Le franchissement du rouge est très limité : il est pratiquement nul au carrefour Roosevelt, carrefour très fréquenté par les piétons. Sur les autres carrefours, les temps d'engagement négatifs sont limités à 9 s sauf à Carnot où l'on a observé deux franchissements nettement au rouge (14s et 25s avant le vert). Globalement, le pourcentage d'engagements négatifs est estimé à 3,1%, dont environ la moitié (1,5%) peuvent être considérés comme des anticipations<sup>4</sup> du vert.

Comme on le voit à Carnot depuis centre ville, le franchissement au rouge très tôt dans le cycle de deux véhicules (soit moins de 1% de l'échantillon), fait chuter fortement la moyenne générale des temps d'engagement. Le phénomène étant marginal, nous avons préféré établir la comparaison des temps d'engagements sur la moyenne des temps positifs, c'est à dire la moyenne des temps d'engagements des véhicules au vert, comme exprimé dans le graphique récapitulatif au paragraphe suivant.

Des différences peuvent apparaître entre carrefours suivant le positionnement des lignes de feux, mais on constate cependant une grande homogénéité dans les moyennes mesurées. Pour l'ensemble des huit sites, la moyenne s'établit à 2,3 s.



<sup>4</sup> à 3 secondes ou moins du vert

## 5. CARACTÉRISTIQUES DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE

### 5.1. RAPPEL DE TERMINOLOGIE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

Les résultats donnés dans ce chapitre concernent une dizaine d'heures d'enregistrement réparties sur les huit traversées (cf. détails au paragraphe 3.2.).

Les traversées dites « au rouge » sont celles dont l'engagement se fait au rouge hors période de rouge de dégagement, c'est-à-dire hors période de début du rouge piéton où les véhicules antagonistes sont encore au rouge.

Les durées mesurées (et les calculs de vitesse qui en découlent) résultent d'un chronométrage manuel réalisé à partir d'enregistrements vidéo, assorti par conséquent de l'imprécision du temps de réaction humain.

### 5.2. CARACTÉRISTIQUES DES PÉRIODES OBSERVÉES : CYCLES, TRAFIC VÉHICULES

traversée	durée utile d'observation (s)	véh sens 1	véh sens 2	véh TAD	total véh au vert	nombre de cycles	durée vert piéton par cycle (s)	durée rouge de dégagement véh (s)	durée rouge de dégagement piéton (s)	durée totale de vert véhicules (s)
FNAC	5279	531			531	66	38,6	3	9	1741
Strasbourg	5368	1131	1528	446	2659	67	19,9	1	18	2561
Jaurès	3599	787			787	45	42	2	14	854
Azur	3998	1369			1369	26	6,4	1	7	3546
Notre dame	3757	336	580	124	916	47	14,6	3	9	2366
Camot	3760	1155	775		1930	30	15,5	1	15	2725
Ricardie	5210	749	694		1443	52	9	1	11	3962
Cépière	2939	871			871	14	6,1	1	9	2672
Total	33910	6929	3577	570	10506	347	19,0	1,6	11,5	20426

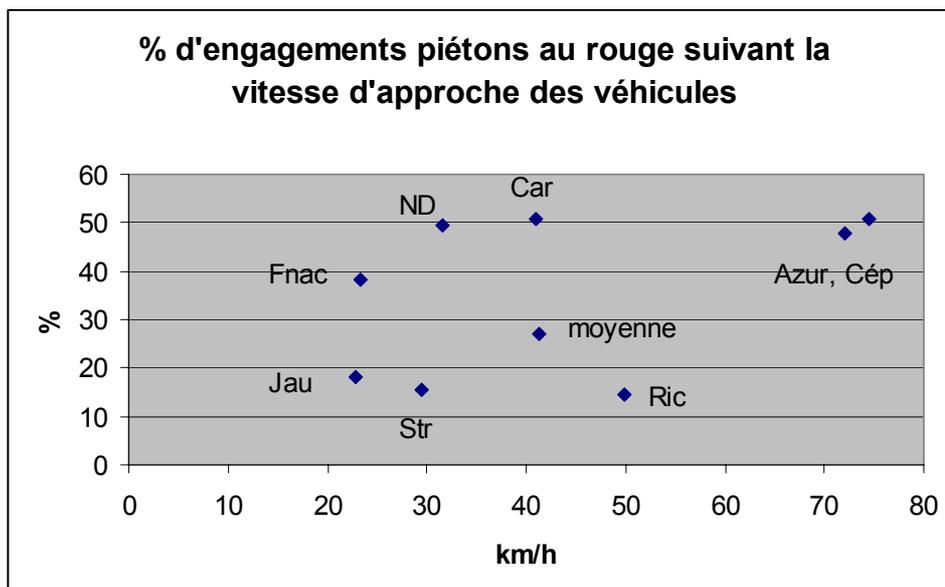
### 5.3. VITESSE D'APPROCHE DES VÉHICULES

Le tableau suivant caractérise l'approche du passage piéton par les véhicules, il analyse en particulier la vitesse des véhicules franchissant le carrefour (au vert ou au jaune). Le calcul de la vitesse résulte de l'observation sur l'enregistrement vidéo des instants d'entrée et de sortie d'une zone située à l'amont du passage piéton, zone de 15 m à 135 m de longueur suivant les carrefours. Le chronométrage étant manuel, il en résulte une imprécision due au temps de réaction humain estimée à  $\pm 2$  km/h sur la moyenne.

### Analyse de la vitesse d'approche des véhicules

	moyenne (km/h)	écartype (km/h)	mini (km/h)	max (km/h)	nombre de mesures
FNAC	23,3	6,6	7	45	124
Strasbourg	29,5	6,3	14	50	163
Jaurès	22,9	6,0	12	50	115
Azur	72,1	13,2	32	100	100
Notre dame	31,6	12,5	4	71	103
Carnot	40,9	14,2	5	64	117
Ricardie	49,9	14,0	19	82	103
Cépière	74,4	14,2	42	107	101
TOTAL	41,3	21,8	4	107	926

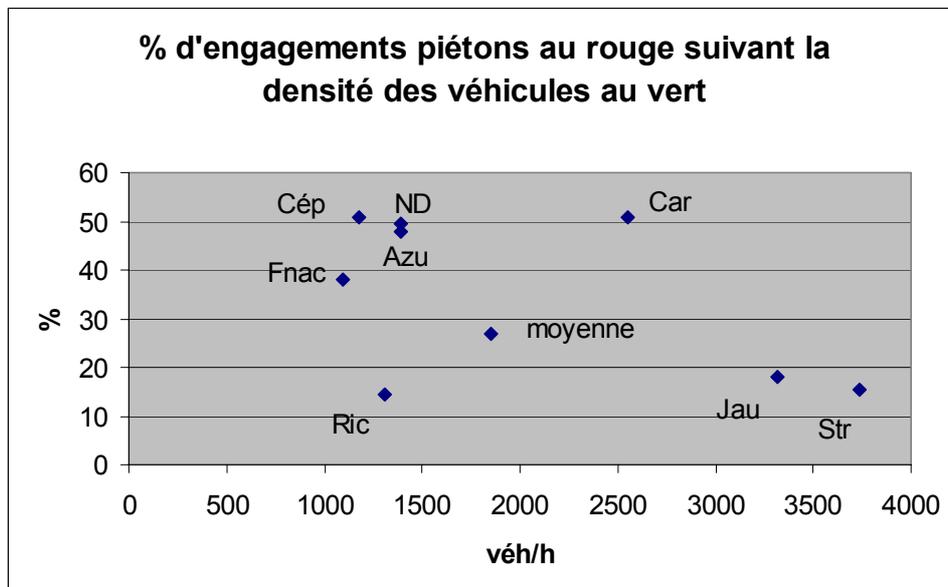
Le graphique suivant exprimant le pourcentage d'engagements piétons au rouge en fonction de la vitesse d'approche des véhicules ne fait pas apparaître de liaison franche entre les deux indicateurs. La vitesse d'approche est par contre intimement liée au caractère urbain de l'environnement du carrefour.



#### 5.4. DENSITÉ DES VÉHICULES AU VERT

La densité de véhicules au vert exprimée dans le tableau suivant est le nombre de véhicules franchissant le passage piéton quelque soit le sens et la voie de circulation (y compris les tourne à droite) par unité de temps de vert consacré aux véhicules. Par souci d'homogénéité nous l'exprimerons en véhicules/heure.

traversée	densité en véh/heure de vert
FNAC	1098
Strasbourg	3738
Jaurès	3318
Azur	1390
Notre dame	1394
Carnot	2550
Ricardie	1311
Cépière	1174
Moyenne	1852



Hormis les points singuliers de Ricardie (devant école, avec agent) et Carnot (traversée possible en deux temps), on voit nettement l'influence de la densité de véhicules sur le pourcentage de piétons s'engageant au rouge avec des taux de l'ordre de 50 % sur les traversées dont la densité est comprise entre 1000 et 1500 véh/heure et des taux inférieurs à 20 % quand la densité est supérieure à 3000 véh/h.

## 5.5. VITESSE DE TRAVERSÉE DES PIÉTONS

L'analyse qui suit a pour objectif de rechercher l'influence de la couleur de la figurine piéton au moment de l'engagement sur la vitesse de traversée du piéton. Pour ce faire, on a mesuré, sur des échantillons de 100 personnes dans chaque situation, la moyenne des durées de la traversée FNAC du carrefour Roosevelt. Les résultats seront données sous forme de temps de

traversée en dixièmes de secondes. Sachant que la traversée comporte deux voies de circulation et une voie de stationnement, on pourra calculer la vitesse en tenant compte de la précision du temps de traversée issu d'un chronométrage manuel.

On distingue trois échantillons :

- les engagements au vert piéton
- les engagements au rouge de dégagement
- les engagement au rouge (s'entendant hors rouge de dégagement)

Analyse du temps de traversée des piétons à Roosevelt - FNAC							
engagement	moyenne (s)	ecartype (s)	nombre de mesures	intervalle de confiance (s)	intervalle de confiance (en % de la moyenne)	borne inférieure de l'I.C. (s)	borne supérieure de l'I.C. (s)
vert	6,18	1,27	103	0,25	3,97	5,93	6,43
Rouge de dégagement	5,57	1,14	101	0,22	3,99	5,35	5,79
Autre rouge	5,77	1,15	102	0,22	3,87	5,55	5,99
ensemble	5,84	1,21	306	0,14	2,32	5,70	5,98

### Comparaison des différents échantillons

échantillon N°1		échantillon N°2			signification statistique	risque d'erreur sur la signification statistique (2ème espèce) en %
engagement	durée moyenne en s	engagement	durée moyenne en s	écart en %		
vert	6,18	rouge dégagt	5,57	-9,9	oui	2,5
vert	6,18	rouge	5,77	-6,6	oui	22,0
rouge	5,77	rouge dégagt	5,57	-3,5	non	34,4

L'analyse montre un écart statistiquement significatif de 9,9 % entre les durées des traversées engagées au rouge de dégagement et celles engagées au vert. Ceci traduit le comportement naturel consistant à accélérer quand on sait a priori que le feu va passer au vert pour les véhicules. Hors rouge de dégagement les traversées engagées au rouge sont plus rapides que celles engagées au vert, l'écart est plus faible (6,6 %) mais reste statistiquement significatif (risque d'erreur sur la signification statique de 22 % seulement). Par contre l'écart de 3.5 % mesuré entre la moyenne des engagements au rouge hors dégagement et au rouge de dégagement n'est pas statistiquement significatif.

En résumé, on retiendra que, pour la traversée FNAC du carrefour Roosevelt, la prise de risque d'une traversée au rouge se traduit par une augmentation de vitesse du piéton de 10 % quand il s'engage au rouge de dégagement et de 6 % quand il s'engage au rouge (hors dégagement).

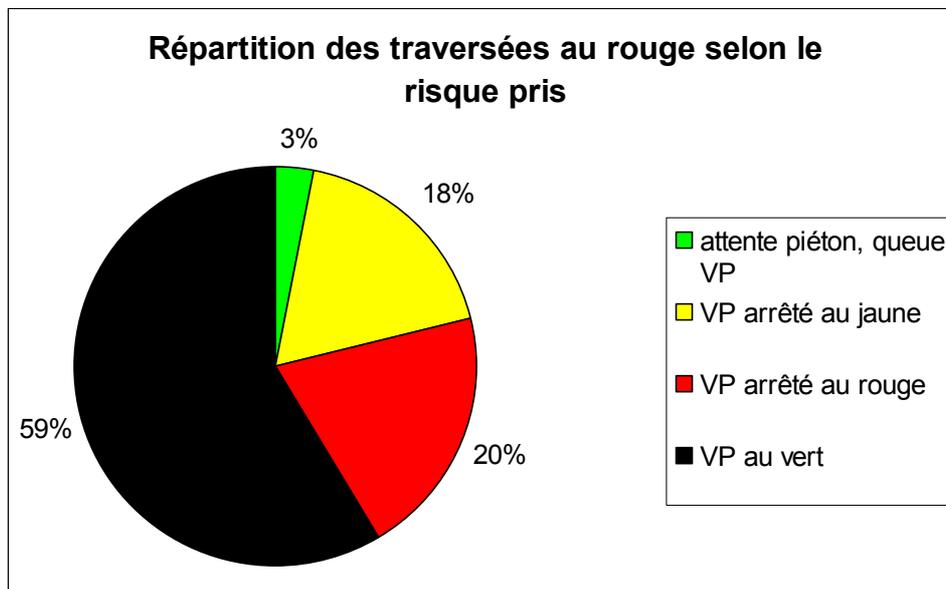
## 5.6. QUANTIFICATION DE LA PRISE DE RISQUE DES PIÉTONS S'ENGAGEANT AU ROUGE

Cherchant à quantifier la prise de risque des piétons qui se sont engagés au rouge (hors dégagement), nous avons étudié, pour chacun des 806 piétons observés, répartis sur les 8 traversées, le comportement relatif du (ou des) véhicule(s) qui aurai(en)t pu être en conflit avec le piéton sur la chaussée.

Le tableau suivant permet de comptabiliser les traversées selon les cas de comportements piétons / véhicules suivants :

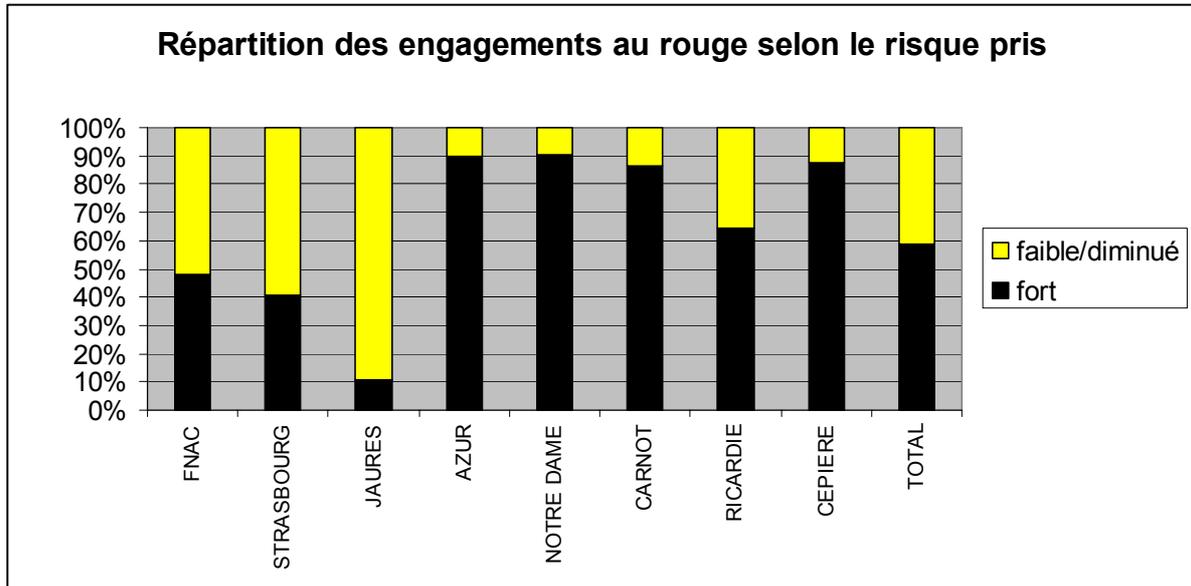
- 1) il n'y a **pas vraiment de risque de conflit** car soit le piéton s'engage puis s'arrête sur le passage laissant passer les véhicules, soit le piéton traverse la chaussée alors que les véhicules sont arrêtés en file d'attente en cas d'encombrement du carrefour
- 2) il n'y a **pas a posteriori de conflit** car le véhicule en approche s'est finalement arrêté au feu jaune
- 3) il n'y a **pas a posteriori de conflit** car le véhicule en approche s'est finalement arrêté au feu rouge
- 4) il y a **un risque de conflit entre le piéton et le véhicule** qui franchit le feu au vert, dans ce cas on mesure le **délai** entre le moment de passage du piéton et du véhicule sur le point potentiel de conflit.

Pour globaliser on pourra retenir les trois premières catégories de traversées sous la qualification de « risque faible ou diminué » et la dernière sous la qualification « risque fort ».

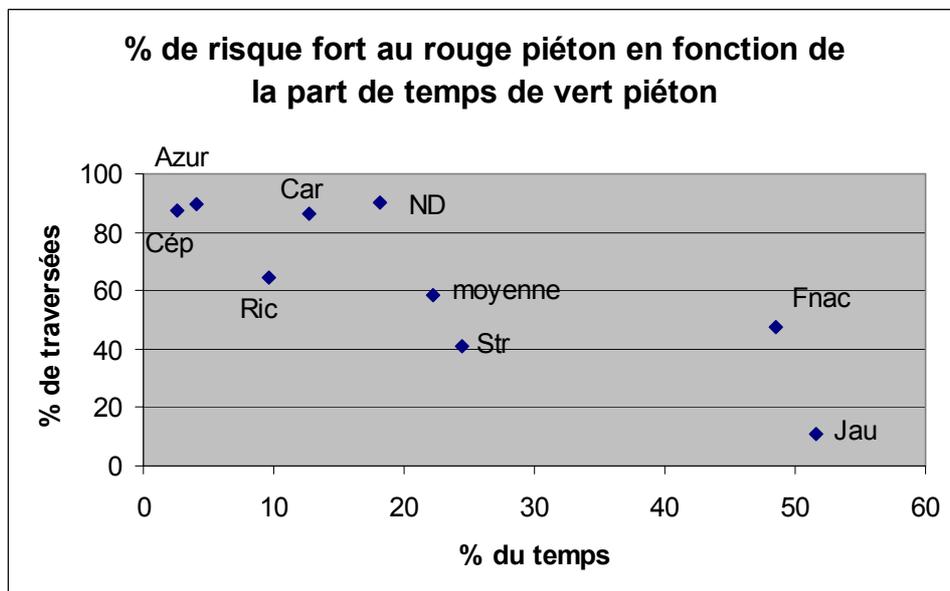


Globalement, dans l'ensemble des traversées, 59 % des engagements au rouge présentent un risque fort car un véhicule franchissant le feu au vert pourrait être en conflit avec le piéton. Les cas où le risque est diminué par le fait que le véhicule en approche s'arrêtera au feu jaune ou rouge et ne serait donc pas en conflit potentiel avec le piéton représentent environ 38 %. Les cas où le piéton renonce à traverser ou le fait à moindre risque car les véhicules sont en file d'attente est marginal (3 %).

	risque faible ou diminué			risque fort	Total
	attente piéton, queue VP	VP arrêté au jaune	VP arrêté au rouge	VP au vert	
FNAC	0	54	85	127	266
STRASBOURG	17	42	25	58	142
JAURES	1	29	27	7	64
AZUR	3	0	4	60	67
NOTRE DAME	0	0	6	55	61
CARNOT	0	3	10	81	94
RICARDIE	2	16	2	36	56
CEPIERE	1	2	4	49	56
TOTAL	24	146	163	473	806



Sur le carrefour Roosevelt, le plus urbain et le plus fréquenté, les risques pris par les piétons engagés au rouge sont plus faibles que sur les autres traversées. En effet le pourcentage de piétons pour lesquels le risque est jugé fort car il y a un véhicule franchissant le carrefour au vert potentiellement en conflit avec le piéton, est inférieur à 50 % sur les trois traversées de Roosevelt alors qu'il se situe plutôt autour de 90 % sur les autres traversées.



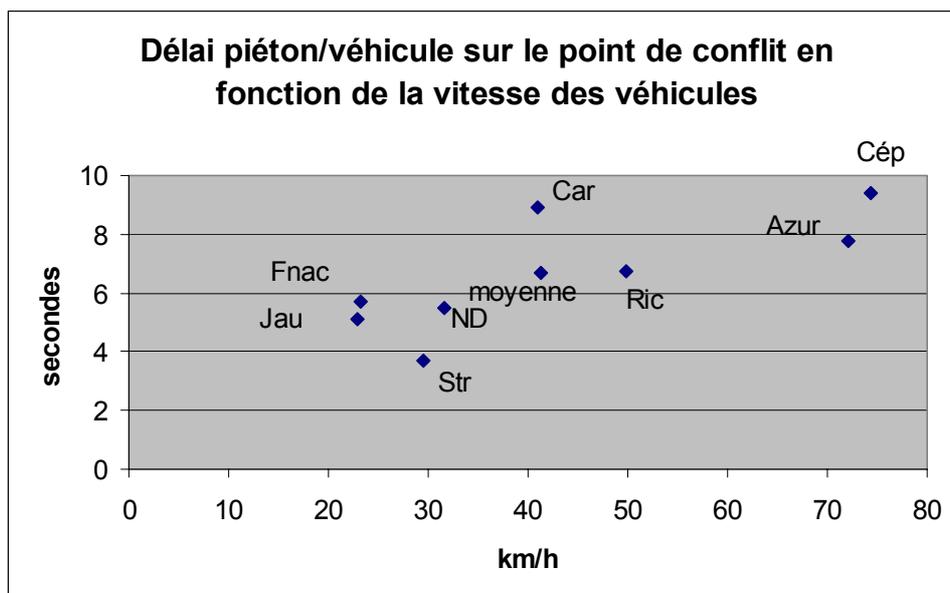
Le graphique ci-dessus montre assez bien que plus le temps de vert consacré aux piétons dans le cycle est faible, plus les piétons prennent un risque en s'engageant au rouge.

Pour les 473 traversées à risque fort, on a mesuré le délai séparant le passage du piéton et celui du premier véhicule sur le point de conflit potentiel.

### Analyse du délai entre piéton et véhicule sur le point de conflit potentiel

	moyenne (s)	écartype (s)	mini (s)	max (s)	nombre de mesures
FNAC	5,7	3,9	0,0	16,6	127
Strasbourg	3,7	3,1	0,4	14,3	58
Jaurès	5,1	1,8	2,2	7,4	7
Azur	7,8	3,0	1,9	15,8	60
Notre dame	5,5	3,9	1,3	16,1	55
Carnot	8,9	5,2	2,3	29,2	81
Ricardie	6,7	4,9	1,7	26,5	36
Cépière	9,4	4,1	2,2	19,0	49
TOTAL	6,7	4,4	0,0	29,2	473

Quand un piéton franchit le passage piéton au rouge alors qu'un véhicule est en approche au vert, celui-ci arrive sur le point de conflit potentiel avec lui après un délai moyen de 6,7 s ( $\pm 0,4$  s), ce qui correspond à une distance moyenne parcourue par le véhicule de 75 m.



Plus l'approche des véhicules est rapide plus le délai entre le passage du piéton et du véhicule sur le point de conflit est grand, autrement dit plus le piéton « garantit » sa traversée par un espace long, similaire à une durée ou à une longueur de freinage.

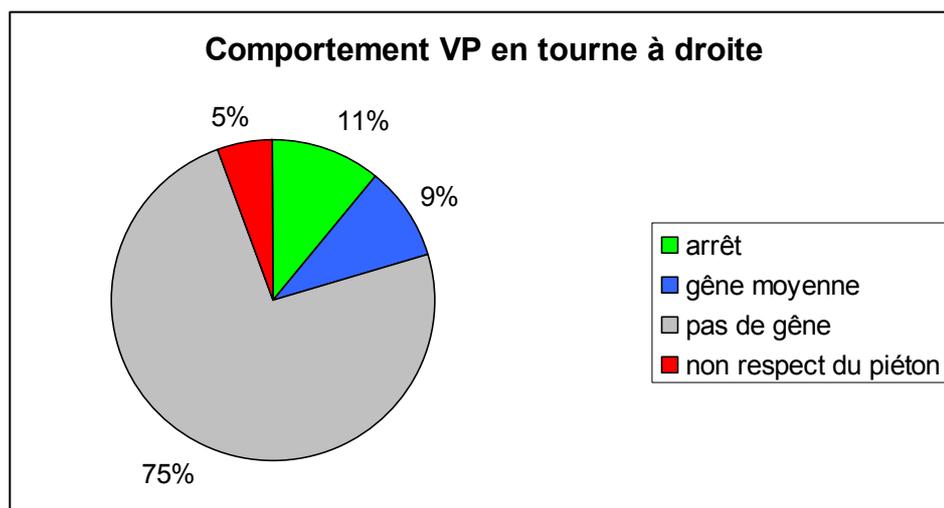
## 6. COMPORTEMENT DES VÉHICULES EN TOURNE À DROITE

Sur les deux traversées Roosevelt – Strasbourg et Notre Dame, les piétons traversant au vert peuvent être en conflit avec les véhicules de l'axe transversal qui tournent à droite, ces derniers devant évidemment la priorité aux piétons engagés ou en attente. Le tableau suivant indique la répartition des véhicules en tourne à droite suivant leur comportement vis à vis des piétons.

	Strasbourg	%	Notre Dame	%	Total	%
	Nombre (1h30)		Nombre (1h)		Nombre (2h30)	
VP arrêté	59	13,2	5	4,0	64	11,2
VP ralenti car piéton en attente	38	8,5	4	3,2	42	7,4
trajectoire détournée	4	0,9		0,0	4	0,7
VP ralenti derrière VP arrêté	8	1,8		0,0	8	1,4
VP non gêné	311	69,7	110	88,7	421	73,9
priorité piéton non respectée	2	0,4		0,0	2	0,4
comportement VP non modifié en présence de piéton en attente	24	5,4	5	4,0	29	5,1
total	446	100,0	124	100,0	570	100,0

Dans l'intitulé « véhicule non gêné » on comptabilise les véhicules pour lesquels la traversée du passage piéton s'est effectuée en l'absence de piétons ni sur le passage ni en attente. C'est le cas pour près de 90 % des véhicules du carrefour Notre Dame et 70 % du carrefour Roosevelt, soit 75 % en moyenne.

Les cas de non respect de la priorité par rapport aux piétons déjà engagés dans la traversée sont peu nombreux (0,4 %). Toutefois, dans le graphique de synthèse nous avons assimilé dans l'intitulé « non respect du piéton » les véhicules dont la trajectoire et l'allure ne semblaient pas être modifiées alors qu'il y avait un piéton en attente sur le trottoir (5,1 %).



Les véhicules en tourne à droite qui s'arrêtent pour laisser passer les piétons est de 13 % boulevard de Strasbourg et 4 % à Notre Dame, soit une moyenne de 11 %.

## 7. ANALYSE QUALITATIVE DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE

### 7.1. ÉCHANTILLONNAGE

Les analyses faites dans ce chapitre sont consécutives à l'observation des phases de feu rouge piéton où au moins un piéton traverse au rouge hors dégagement. Le tableau suivant indique les caractéristiques globales (durée, nombre de cycles) des périodes analysées et le nombre de traversées observées au rouge. Pour les traversées les moins fréquentées, la durée d'analyse a été fixée de façon à observer au moins 50 traversées au rouge. L'échantillon, correspondant à environ 18 heures d'observation, comporte au total 768 traversées engagées au rouge (hors dégagement).

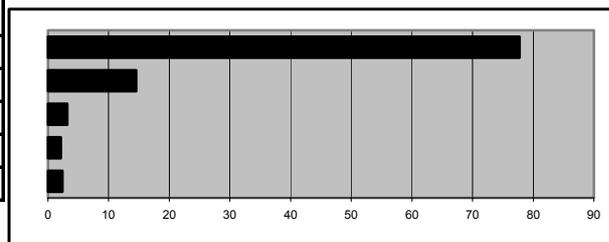
traversée	durée d'observation en heures	nombre de cycles	nombre de cycles avec piéton(s) au rouge	% de cycles avec infraction	nombre de traversées au rouge
FNAC	1,5	66	62	93,9	266
Strasbourg	1,5	67	55	82,1	142
Jaurès	2	92	26	28,3	64
Azur	3	70	26	37,1	67
Notre dame	1	47	21	44,7	61
Carnot	1	30	24	80,0	56
Ricardie	5	183	33	18,0	56
Cépière	3	30	21	70,0	56
Total	18	585	268	45,8	768

### 7.2. PRISE DE DÉCISION DE TRAVERSER AU ROUGE

#### 7.2.1 Liaison entre les moments d'arrivée et d'engagement du piéton

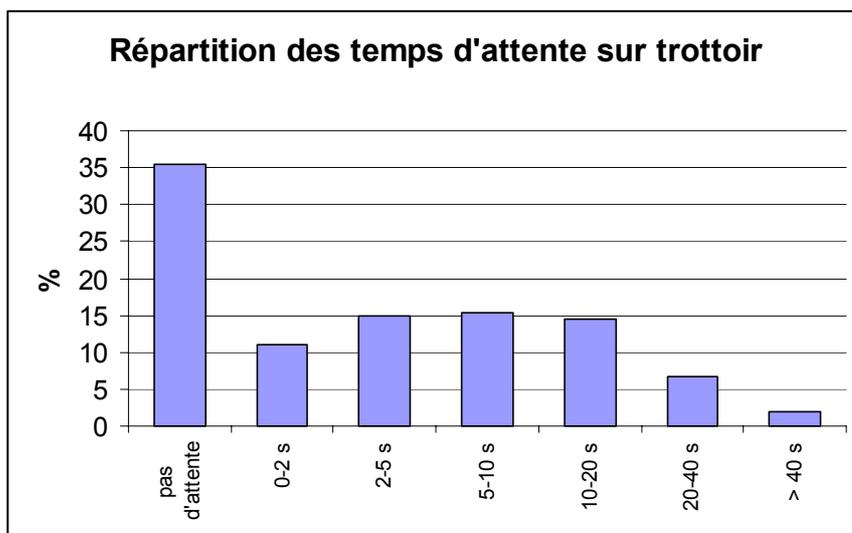
Le tableau suivant indique la répartition des traversées engagées au rouge (hors dégagement) selon la couleur du feu véhicule au moment de l'arrivée du piéton et au moment de son engagement.

couleur du feu véhicule		% de traversées
à l'arrivée du piéton	à l'engagement du piéton	
		77,8
		14,5
		3,2
		2,1
		2,4



Dans plus de 80 % des cas, il n'y a pas de modification du niveau de risque, mesuré par la couleur du feu véhicules, entre l'arrivée du piéton et le moment où il s'engage. 78 % des traversées sont faites avec un risque maximum : les véhicules sont au vert quand le piéton arrive et quand il s'engage. On peut toutefois noter que dans 15 % des cas, le piéton arrive quand les véhicules ont le vert mais ne s'engage que quand le feu passe au jaune.

## 7.2.2 Temps d'attente sur trottoir



couleur du feu véhicule		temps d'attente moyen (s)	% de piétons qui attendent
à l'arrivée du piéton	à l'engagement du piéton		
		5,3	60
		8,7	86
		0,09	13
		20,4	100
		35,7	100
<b>ensemble</b>		<b>6,7</b>	<b>64</b>

Les personnes qui s'engagent à une couleur de feu véhicules différente de celle présente lors de leur arrivée ont des temps d'attente évidemment plus élevés. En moyenne, et compte tenu des personnes qui s'engagent dans la foulée (36 %), le temps d'attente est de 6,7 s. Le temps d'attente ne dépasse 10 s que dans 23 % des traversées (maximum : 75 s).

Pour les cas les plus fréquents d'arrivée et d'engagement au vert véhicules, 60 % des personnes attendent avant de traverser et le temps moyen est dans l'ensemble de 5 s.

### 7.2.3 Effet d'entraînement

Pour 30 % des personnes observées, nous avons jugé que la prise de décision de traverser résultait de celle prise par un usager les précédant, que celui-ci fasse ou non partie du même groupe de personnes se déplaçant ensemble.

## 7.3. COMPORTEMENTS POTENTIELLEMENT DANGEREUX SUR TROTTOIR

### 7.3.1 hésitations sur trottoir

12 % des personnes ont marqué une hésitation sur le trottoir avant de s'engager. Elles ont tendance à attendre avant de traverser, leur temps d'attente moyen (11,7 s) étant nettement supérieur à la moyenne (6,7 s).

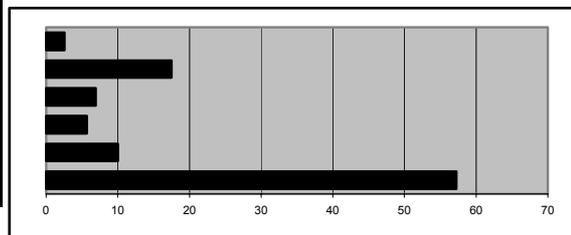
### 7.3.2 retour sur trottoir

5 % des personnes ont fait ½ tour et sont retournées sur le trottoir avant de s'engager. Leur attente moyenne sur le trottoir est de 14,3 s, soit environ deux fois plus que la moyenne de l'échantillon (6,7 s).

## 7.4. ÉTAT DE LA SIGNALISATION PENDANT LA TRAVERSÉE

Le tableau suivant indique la fréquence des traversées selon la couleur du feu véhicules à l'engagement et à la fin de la traversée ainsi que la couleur de la figurine piéton à la fin de la traversée (à l'engagement la figurine piéton est rouge et le feu véhicule vert ou jaune).

couleur du feu véhicule		couleur du feu piéton	% de traversées
à l'engagement du piéton	à la fin de la traversée du piéton	à la fin de la traversée du piéton	
jaune	rouge	rouge	2,6
jaune	rouge	vert	17,5
vert	jaune	rouge	6,9
vert	rouge	rouge	5,7
vert	rouge	vert	10,0
vert	vert	rouge	57,3



17 % des traversées peuvent être considérées comme de légères anticipations du vert piéton : en effet l'engagement se fait au jaune véhicules et la traversée se finit au vert piéton donc a fortiori au rouge véhicules. Pour 10 %, l'anticipation est un peu plus osée puisque la traversée est engagée au vert véhicules mais se termine dans les mêmes conditions de sécurité piétons.

**57 % des traversées sont effectuées entièrement dans la période insécurisée de vert véhicules.**

## **7.5. ATTENTE EN COURS DE TRAVERSÉE**

### **7.5.1 Attente sur chaussée en zone protégée**

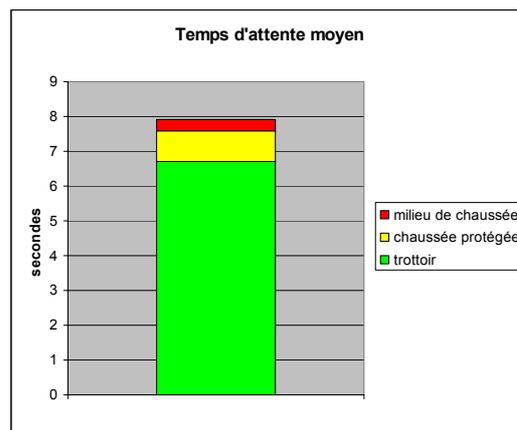
Nous distinguons ici le comportement consistant à s'engager (quitter le trottoir) puis à attendre sur la chaussée mais dans des parties de chaussée protégées du flux de véhicules en circulation : il s'agit en pratique de la partie du passage piéton située au droit des véhicules en stationnement. Ces cas sont nombreux en particulier sur la traversée FNAC du carrefour Roosevelt.

Globalement, 14 % des traversées occasionnent une attente sur chaussée protégée. Cette attente est en moyenne de 6,6 s, pour les traversées avec attente, ce qui donne une moyenne ramenée à l'ensemble de l'échantillon de 0,9 s. Le maximum mesuré est de 40 s.

### **7.5.2 Attente en milieu de chaussée**

8 % des personnes, après s'être engagées au rouge, se sentent en situation de danger et marquent un temps d'arrêt ou s'arrêtent à proprement parler en milieu de chaussée. Pour les personnes dans ce cas, le temps d'attente en milieu de chaussée est en moyenne de 3,2 s avec un maximum de 13 s. Ramenée à l'ensemble de l'échantillon des traversées la moyenne du temps d'attente en milieu de chaussée est estimée à 0,3 s.

## **7.6. SYNTHÈSE DES TEMPS D'ATTENTE**

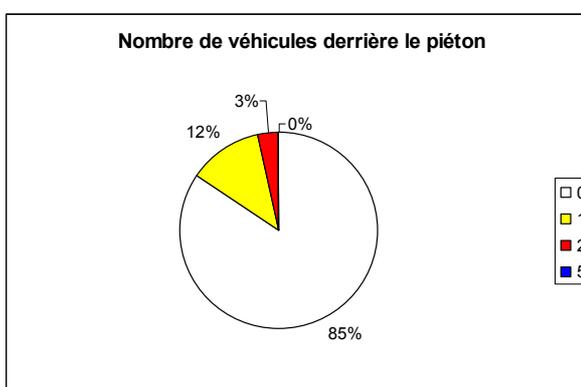
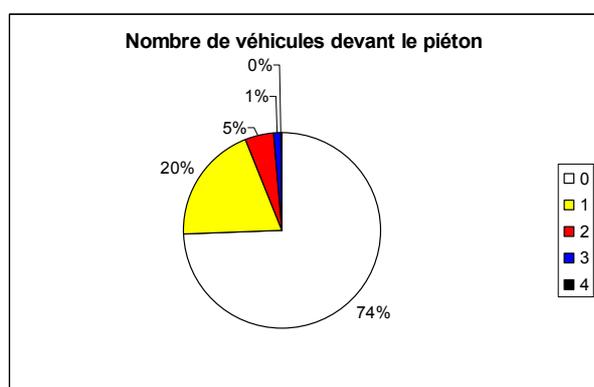


Le graphique ci-dessus représente les temps moyens d'attente des traversées engagées au rouge. Pour chaque type d'attente, le calcul de la moyenne tient compte de l'ensemble de l'échantillon (768 traversées) c'est-à-dire à la fois les personnes qui attendent et celles qui n'attendent pas en chacun des endroits distingués.

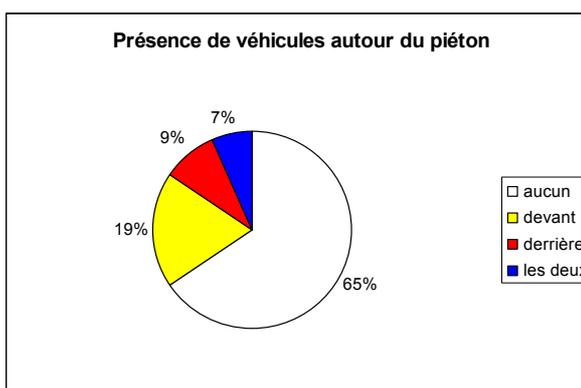
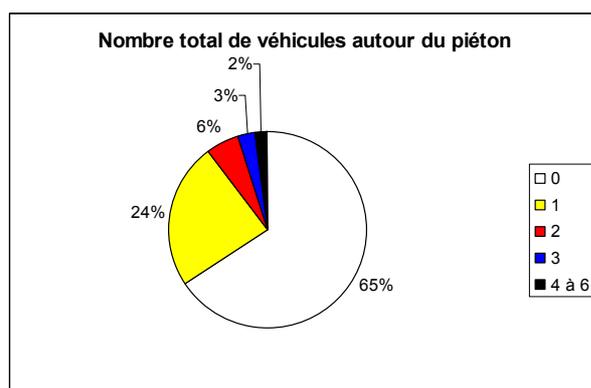
Une traversée « moyenne » tout à fait fictive occasionne 7,9 s d'attente dont 6,7 s sur le trottoir et 0,3 s en milieu de chaussée.

## 7.7. PRÉSENCE SIMULTANÉE DE PIÉTONS ET VÉHICULES SUR LE PASSAGE PROTÉGÉ

Les résultats qui suivent comptabilisent les situations où le piéton engagé au rouge se trouve sur le passage piéton en même temps qu'un (ou plusieurs) véhicule(s) qui va(vont) donc, puisque nous n'avons heureusement pas observé de choc, passer devant ou derrière le piéton. Il s'agit ici de comptabiliser les véhicules dont nous estimons **le comportement non gêné par la traversée du piéton**, c'est-à-dire qu'ils poursuivent leur mouvement sans ralentissement ni changement de trajectoire, franchissant le passage piéton devant ou derrière celui-ci.



26 % des traversées sont effectuées en présence de véhicules devant le piéton et 15 % en présence de véhicules derrière le piéton.



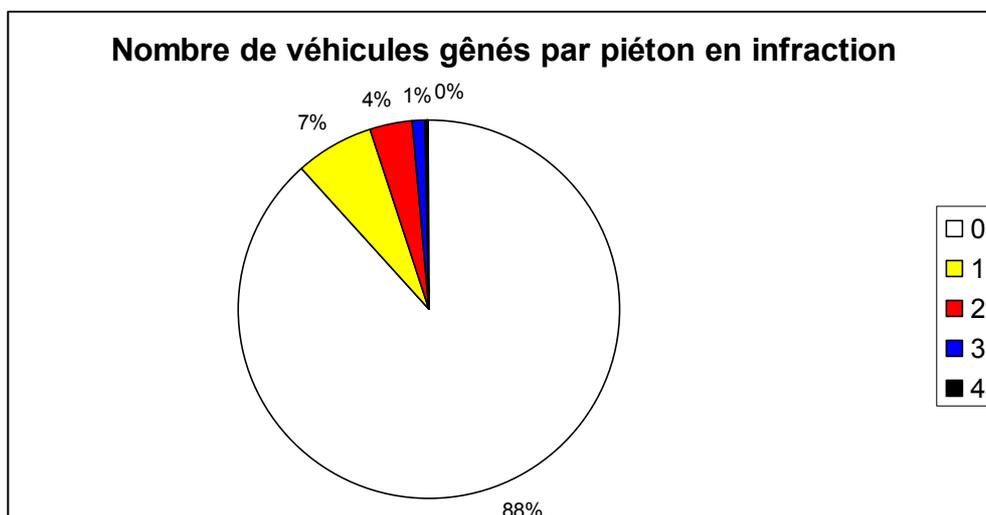
35 % des traversées peuvent être soupçonnées d'être particulièrement dangereuses dans la mesure où le piéton et le(s) véhicule(s) se trouvent simultanément sur le passage piéton. Dans 19 % des cas le(s) véhicule(s) se trouve(nt) seulement devant le piéton, dans 9 % des cas seulement derrière mais dans 7 % des cas le piéton est entouré de véhicules en mouvement.

## 7.8. VÉHICULES GÊNÉS PAR LES PIÉTONS TRAVERSANT AU ROUGE

Le tableau suivant répartit les piétons traversant au rouge selon le nombre de véhicules (ou 2 roues motorisés) que nous avons estimés gênés par l'infraction du piéton.

nombre de véhicules gênés par un piéton	nombre de traversées	nombre total de véhicules gênés
0	678	0
1	52	52
2	28	56
3	7	21
4	3	12
total	768	141

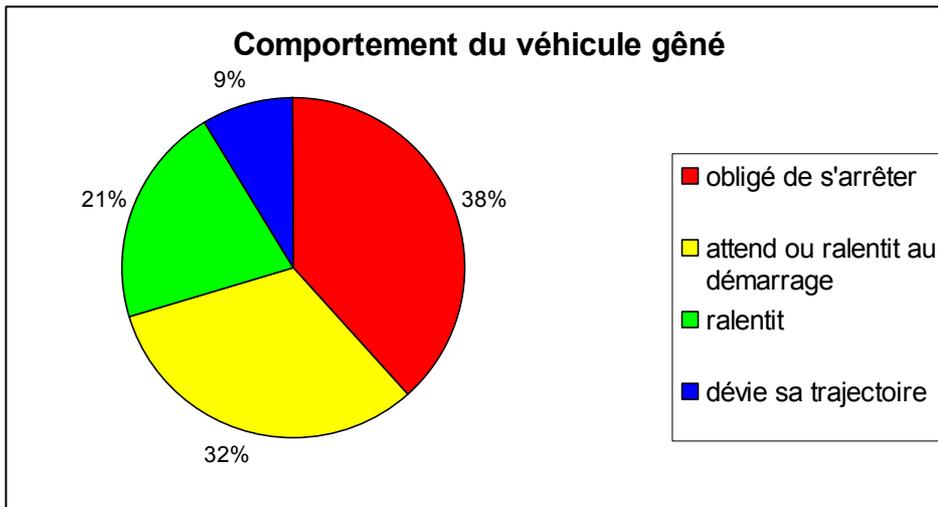
90 piétons, soit 12 %, ont gêné au moins un véhicule. En moyenne, et compte tenu des piétons dont la traversée n'est pas gênante, le nombre moyen<sup>5</sup> de véhicules gênés par piéton est de 0,18.



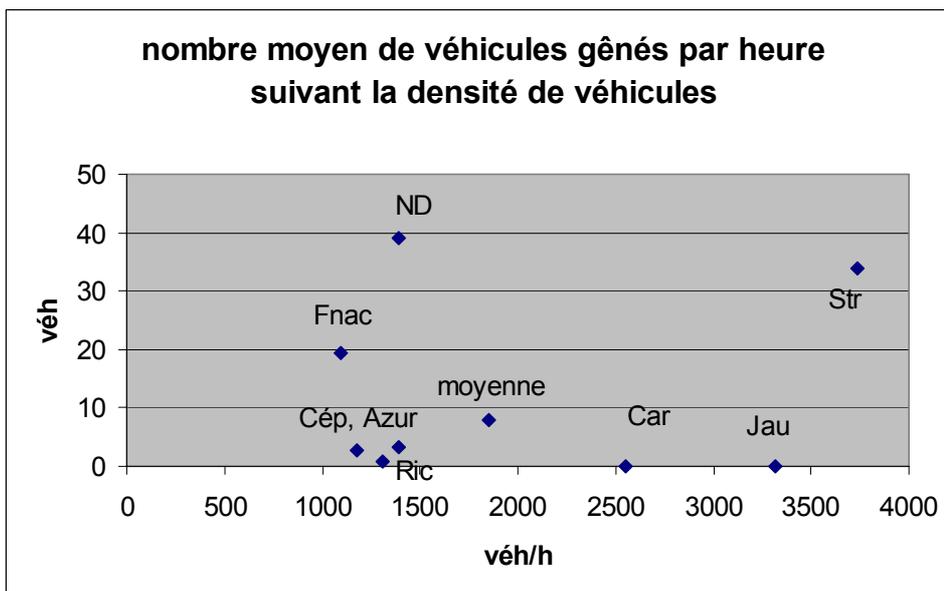
Le tableau suivant récapitule par traversée les différents types de gêne infligée aux véhicules.

traversée	comportement du véhicule gêné					nombre de piétons traversant	véh gêné par piéton	véh gêné par heure
	obligé de s'arrêter	attend ou ralentit au démarrage	ralentit	dévie sa trajectoire	total			
FNAC	2	7	12	8	29	266	0,11	19,3
Strasbourg	15	21	11	4	51	142	0,36	34,0
Jaurès	0	0	0	0	0	64	0,00	0,0
Azur	0	10	0	0	10	67	0,15	3,3
Notre dame	32	3	4	0	39	61	0,64	39,0
Carnot	0	0	0	0	0	56	0,00	0,0
Ricardie	2	2	0	0	4	56	0,07	0,8
Cépière	3	2	3	0	8	56	0,14	2,7
Total	54	45	30	12	141	768	0,18	7,8

<sup>5</sup> Cette moyenne est légèrement sous-évaluée du fait que, sur la traversée Notre Dame, nous avons comptabilisé 32 véhicules arrêtés par des piétons alors que la circulation est saturée et que le véhicule constitue en fait la tête d'une file d'attente dont nous n'avons pris en compte qu'un seul véhicule gêné.



32 % des véhicules gênés le sont au démarrage : ils attendent ou modèrent leur accélération. 38 % des véhicules subissent une forte gêne dans la mesure où ils sont obligés de s'arrêter. Pour 30 % la gêne peut être qualifiée de moyenne ou faible : 21 % ralentissent simplement et 9 % dévient leur trajectoire. On citera pour l'anecdote deux véhicules qui ont ralenti au feu jaune et ont ensuite de ce fait franchi leur feu au rouge.



Le graphique précédent ne fait apparaître aucune relation entre le nombre de véhicules gênés et la densité des véhicules au vert. On peut toutefois penser, pour expliquer le cas spécifique de la traversée Notre Dame, à la saturation du trafic puisque (cf. note de bas de page) il s'agit pour l'essentiel d'arrêt de véhicules progressant lentement en file d'attente.

## 7.9. COMPORTEMENTS PARTICULIERS DES PIÉTONS TRAVERSANT AU ROUGE

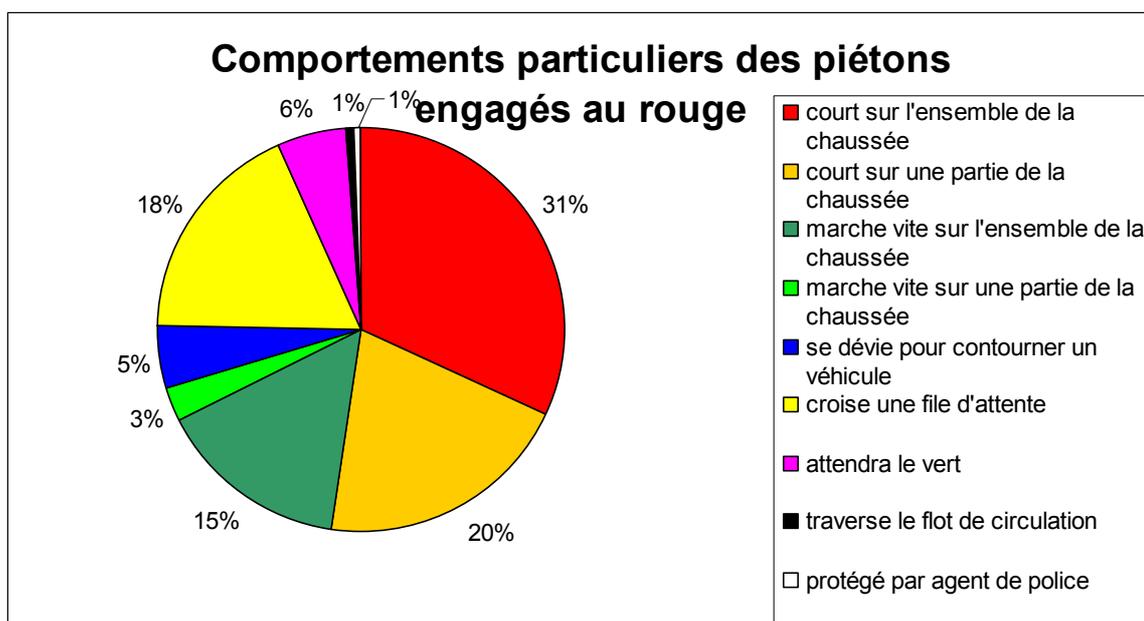
Certes, le fait de s'engager au rouge est en soi un comportement anormal, mais la plupart des piétons observés nous ont paru le faire d'une manière tout à fait naturelle. Nous avons donc détaillé dans ce paragraphe, sous l'appellation imparfaite de comportement particulier, ceux pour qui ce ne semblait pas être le cas ou ceux pour qui les circonstances de la traversée étaient particulières (véhicules en files d'attente etc.). Les raisons pour lesquelles les traversées ont été retenues sont les suivantes :

- modifications de rythme ou de trajectoires :
  - court sur l'ensemble de la chaussée
  - court sur une partie de la chaussée
  - marche vite sur l'ensemble de la chaussée
  - marche vite sur une partie de la chaussée
  - dévie de sa trajectoire pour contourner un véhicule
- conditions particulières de trafic
  - croise une file d'attente de véhicules (en Tourne à gauche pour ce qui concerne le bd de Strasbourg)
- autres comportements particuliers :
  - abandonne son objectif de traversée au rouge et attend le vert pour finir sa traversée
  - un piéton particulièrement téméraire traverse le flot de circulation (5 voies) bd de Strasbourg
  - un piéton protégé par un agent d'aide à la traversée des enfants devant l'école Ricardie

traversée	court sur l'ensemble de la chaussée	court sur une partie de la chaussée	marche vite sur l'ensemble de la chaussée	marche vite sur une partie de la chaussée	se dévie pour contourner un véhicule	croise une file d'attente	attendra le vert	traverse le flot de circulation	protégé par agent de police	TOTAL
FNAC	17	5	4	1	7	0	0			34
Strasbourg	8	12	2	0	1	17	4	1		45
Jaurès	0	2	1	0	0	0	1			4
Azur	9	4	7	1	0	0	3			24
Notre dame	10	3	4	0	0	13	0		1	31
Carnot	1	8	3	3	1	2	1			19
Ricardie	3	0	4	0	0	0	1			8
Cépière	9	2	2	0	0	0	0			13
Total	57	36	27	5	9	32	10	1	1	178

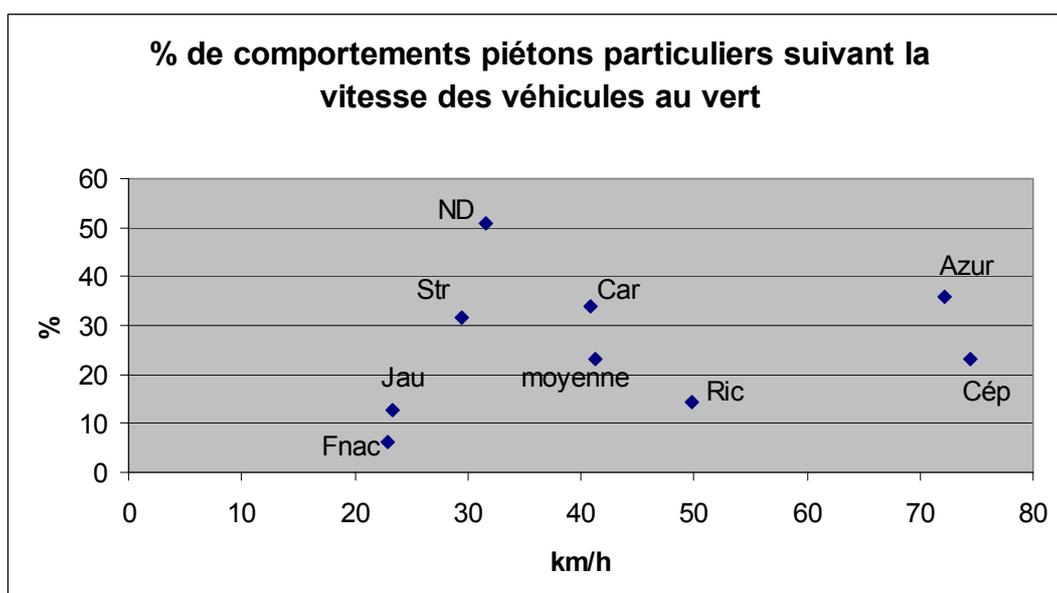
178 traversées, soit 23 %, font apparaître des conditions ou un comportement particuliers.

La répartition selon le type de comportement ou de conditions figure dans le graphique suivant.



2/3 des cas relevés concernent le rythme de la traversée : 51 % courent (31 % sur l'ensemble de la traversée, 20 % sur une partie seulement de la chaussée), 18 % marchent vite.

18 % des cas relevés concernent des conditions particulières de traversée jugées moins risquées car consistant à croiser une file d'attente de véhicules. Ces observations émanent essentiellement du croisement de la file de tourne à gauche du bd de Strasbourg carrefour Roosevelt et de la traversée du carrefour Notre Dame convenablement saturé sur les voies principales.



La traversée FNAC apparaît comme la plus « naturellement » traversée au rouge.

## 8. ANALYSE STATISTIQUE DES COMPORTEMENTS SUR PASSAGES PIÉTONS

Les analyses présentées dans les chapitres précédents nous ont amenés à établir un certain nombre d'indicateurs de mesures calculés en moyenne pour chacune des huit traversées disponibles. Comme on a pu le voir jusqu'ici aucune relation n'est apparue très clairement entre les différents indicateurs. Nous avons essayé, pour une variable donnée dont on recherchait l'explication, de la faire apparaître sous forme d'un simple graphique en deux dimensions, en fonction de la variable qui nous semblait le mieux l'expliquer ou devoir l'expliquer. Ceci n'ayant rien donné de très satisfaisant, nous avons recherché, de façon systématique au travers d'une analyse en composantes principales, les corrélations entre les variables groupées comme décrit ci-après en trois thèmes : traversées au rouge, traversées au rouge de dégagement, interactions piétons-véhicules au rouge piéton.

### 8.1. CODIFICATION DES VARIABLES

Nom	Définition
<b>Thème : traversées au rouge (hors rouge de dégagement)</b>	
Q02	Nombre de piétons s'engageant au rouge dans un période de 8 heures
Q10	Pourcentage de piétons s'engageant au rouge
Q14	Part de vert piéton dans le temps d'observation (%)
Q22	% de traversées à risque fort (un véhicule au moins franchira le passage piéton pendant le même cycle)
Q25	Délai (en secondes) entre le passage du piéton et du véhicule sur le lieu potentiel de conflit
Q23	Vitesse d'approche des véhicules au vert
Q24	Densité des véhicules au vert exprimée en véh/heure
Q26	% de cycles ayant au moins un piéton engagé au rouge
<b>Thème : traversées au rouge de dégagement</b>	
Q04	Nombre de piétons s'engageant au rouge de dégagement dans un période de 8 heures
Q12	Pourcentage de piétons s'engageant au rouge de dégagement
Q14	Part de vert piéton dans le temps d'observation (%)
Q18	Durée du rouge de dégagement (secondes)
Q21	% de piétons engagés dans le dernier ¼ du rouge de dégagement (par rapport au nombre total d'engagés au rouge de dégagement)
Q23	Vitesse d'approche des véhicules au vert
Q24	Densité des véhicules au vert exprimée en véh/heure
Q28	Temps moyen d'engagement des véhicules au vert
<b>Thème : interactions piétons-véhicules au rouge piéton</b>	
Q27	% de comportements piétons particuliers (parmi les engagements au rouge)
Q14	Part de vert piéton dans le temps d'observation (%)
Q23	Vitesse d'approche des véhicules au vert
Q24	Densité des véhicules au vert exprimée en véh/heure
Q29	Nombre de véhicules gênés par piéton engagé au rouge
Q30	Nombre de véhicules gênés par heure

## 8.2. ANALYSE DES CORRÉLATIONS

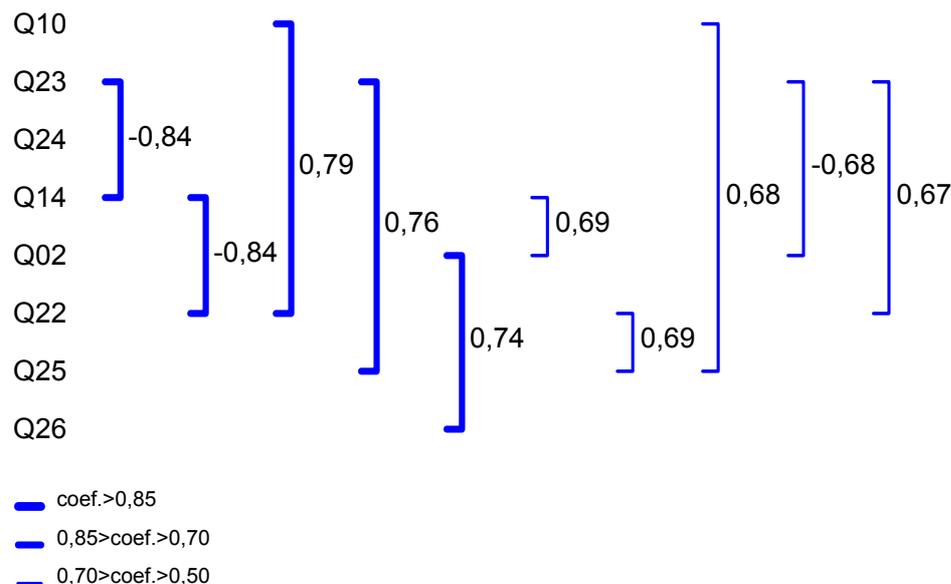
Pour chacun des thèmes caractérisés par une liste de variables, nous présentons ci-après les corrélations les plus significatives entre les variables. La présentation graphique distingue les plus fortes corrélations et en fait apparaître l'intensité suivant l'épaisseur du trait reliant les variables concernées.

L'interprétation de la valeur du coefficient de corrélation affiché est la suivante : pour un niveau de confiance de 0,95 soit une marge d'erreur de 5 % et pour 6 d.d.l (nombre d'observation moins 2) la valeur critique du coefficient de corrélation (issue de la table dite Bravais-Pearson) est de 0.7069.

Autrement dit, toute valeur de corrélation supérieure à cette valeur (arrondie à 0.71) peut être déclarée significative avec 5 % de marge d'erreur.

## 8.3. THÈME : TRAVERSÉES AU ROUGE (HORS ROUGE DE DÉGAGEMENT)

Variables : Q10, Q23, Q24, Q14, Q02, Q22, Q25, Q26.



*L'épaisseur du trait joignant deux critères est proportionnelle à la corrélation de ces deux critères.*

Bien qu'elles soient assez peu statistiquement significatives (coefficient de corrélation compris entre 0,75 et 0,85) les relations les plus intéressantes sont les suivantes :

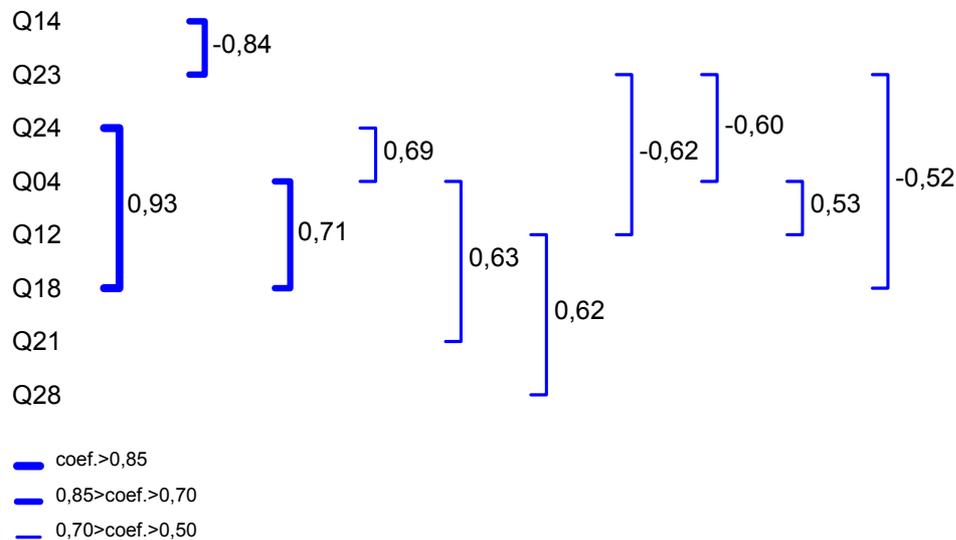
- relation négative entre la part de vert piéton et la vitesse des VP autrement dit plus les véhicules bénéficient de temps de vert, plus leur vitesse est élevée
- relation négative entre la part de vert piéton et le pourcentage de risque pris par le piéton autrement dit, moins le piéton bénéficie de temps de vert, plus il prend de risque quand il s'engage au rouge
- relation positive entre le pourcentage de piétons s'engageant au rouge et le pourcentage de ceux-ci qui prennent un risque fort dans leur traversée. Ceci suggère,

dans la comparaison entre les différentes traversées, que vis à vis du risque pris par les piétons on cumule deux effets : celui du nombre de traversées et celui de l'intensité du risque.

- relation positive entre la vitesse d'approche des véhicules et le délai entre piéton et véhicule(s) sur le lieu potentiel de conflit. Autrement dit, plus la vitesse des véhicules est élevée, plus le piéton « s'impose » un long intervalle avec le prochain véhicule avant d'entamer sa traversée.

#### 8.4. THÈME : TRAVERSÉES AU ROUGE DE DÉGAGEMENT

Variables : Q14, Q23, Q24, Q04, Q12, Q18, Q21, Q28.



*L'épaisseur du trait joignant deux critères est proportionnelle à la corrélation de ces deux critères.*

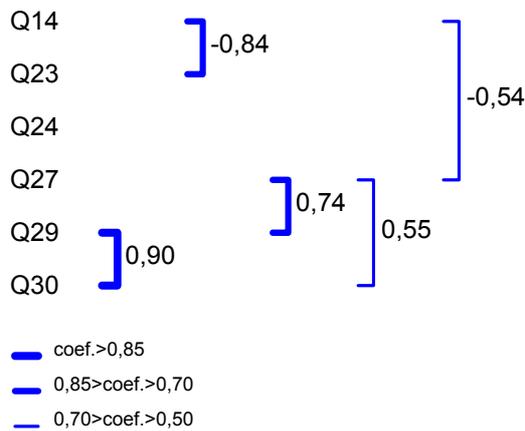
La relation apparaissant de façon la plus significative n'est pas liée au comportement des usagers mais à la configuration des carrefours : il s'agit en effet de la relation entre la durée du rouge de dégagement (proportionnel à la largeur de la voie) et la densité des véhicules au vert.

Les autres relations sont peu significatives, tout au mieux peut on distinguer<sup>6</sup> la relation positive entre le nombre d'engagements de piétons au rouge de dégagement et la durée du rouge de dégagement ou la densité de véhicules au vert, ce qui n'explique en rien les comportements des usagers.

<sup>6</sup> Coefficient de corrélation voisin de 0,7

## 8.5. THÈME : INTERACTIONS PIÉTONS - VÉHICULES AU ROUGE PIÉTON

Variables : Q14, Q23, Q24, Q27, Q29, Q30.



*L'épaisseur du trait joignant deux critères est proportionnelle à la corrélation de ces deux critères.*

La seule nouvelle relation intéressante<sup>7</sup> est celle entre le pourcentage de comportements particuliers (dont pour partie les comportements potentiellement dangereux : hésitations, changements de rythme, piéton qui court etc.) et le nombre moyen de véhicules gênés par un piéton s'engageant au rouge. On peut voir là une graduation de la difficulté d'interaction piétons – véhicules : selon les traversées, plus il y a (relativement) de piétons dont la traversée au rouge apparaît difficile, plus on constate que les véhicules sont gênés par la traversée intempestive des piétons.

<sup>7</sup> signification limitée : coefficient de corrélation de 0,74

## 9. RÉSUMÉ

Les analyses reportées dans le présent document sont relatives à l'observation du comportement des piétons lors de la traversée de passages piétons à feux ainsi que de l'interaction avec les véhicules antagonistes. L'analyse, basée sur l'observation d'enregistrements vidéo, concerne huit traversées piétonnes situées à Toulouse. Les caractéristiques générales des comportements liés aux piétons sont étudiées pour 62 heures d'enregistrement (8 h par site) ayant donné lieu à 18700 traversées dont 80 % sont concentrées sur trois passages piétons d'un carrefour très fréquenté du centre ville de Toulouse (Roosevelt). Cette analyse globale sera ensuite précisée pour ce qui concerne le comportement des piétons qui s'engagent au rouge<sup>8</sup>, hors période de rouge de dégagement. Les périodes d'observation, toujours réparties sur les huit traversées, seront réduites à 10 heures pour ce qui concerne l'analyse quantitative et 18 heures pour ce qui concerne l'analyse qualitative des comportements.

### 9.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMPORTEMENTS LIÉS AUX PIÉTONS

4 traversées (les traversées FNAC, Strasbourg et Jaurès du carrefour Roosevelt et Notre Dame) fonctionnent en cycle fixe, les autres, moins fréquentées et dans un environnement moins urbain, fonctionnent sur appel par bouton poussoir (Azur, Cépière, Ricardie, Carnot).

Globalement pour l'ensemble des huit sites le pourcentage d'engagements au rouge de dégagement dans le total des usagers est de **7,9 %** et le pourcentage d'engagements au rouge (hors dégagement) de **27 %**. Sur un échantillon nombreux de **18700** traversées piétonnes, à peine 2/3 (**65 %**) sont effectuées licitement lorsque la figurine piéton est verte.

Parmi les piétons engagés pendant le rouge de dégagement, la part de ceux qui le font pendant le dernier quart de cette période, c'est-à-dire pendant le moment comportant le plus de risques de conflits potentiels avec les véhicules au démarrage, est plus forte sur les carrefours à cycles fixes (18 % à 27 %) que sur les traversées commandées par bouton poussoir (9 % à 17 %).

Parmi les piétons engagés régulièrement au vert, le pourcentage d'engagements tardifs (c'est-à-dire les usagers dont la probabilité de ne pas finir la traversée au vert est très forte) vaut en moyenne **13 %** mais est très variable selon la durée de vert piéton et son rapport avec la durée moyenne de traversée.

Le temps d'engagement des véhicules (délai entre l'apparition du vert et le démarrage du premier véhicule) est assez homogène pour toutes les traversées, il vaut en moyenne **2,3 s**.

---

<sup>8</sup> quand cela n'est pas précisé, la période désignée par « rouge » piéton est la période de rouge, hors rouge de dégagement.

## 9.2. CARACTÉRISTIQUES DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE

La vitesse moyenne des véhicules (au vert) en approche du passage piéton varie selon les traversées de 23 km/h à 74 km/h avec une moyenne de **41 km/h**.

La densité de véhicules au vert est en moyenne de 1850 véh/h. On voit nettement l'influence de la densité de véhicules sur le pourcentage de piétons s'engageant au rouge avec des taux de l'ordre de 50 % sur les traversées dont la densité est comprise entre 1000 et 1500 véh/heure et des taux inférieurs à 20 % quand la densité est supérieure à 3000 véh/h.

L'influence de la couleur de la figurine au moment de l'engagement du piéton sur la vitesse de traversée a été mesurée sur la traversée FNAC du carrefour Roosevelt : la prise de risque d'une traversée au rouge se traduit par une augmentation de vitesse du piéton (par rapport à une traversée au vert) de **10 %** quand il s'engage au rouge de dégagement et de **6 %** quand il s'engage au rouge (hors dégagement).

Le risque pris par les piétons s'engageant au rouge peut être qualifié de la façon suivante : dans l'ensemble des traversées, **59 %** des engagements au rouge présentent un risque fort car un véhicule franchissant le feu au vert pourrait être en conflit avec le piéton. Les cas où le risque est diminué par le fait que le véhicule en approche s'arrêtera au feu jaune ou rouge et ne serait donc pas en conflit potentiel avec le piéton représentent environ 38 %. Les cas où le piéton renonce à traverser ou le fait à moindre risque car les véhicules sont en file d'attente est marginal (3 %). Dans le cas d'un conflit potentiel entre piéton et véhicule, celui-ci arrive sur le point de conflit après un délai moyen de 6,7 s ( $\pm 0,4$  s), ce qui correspond à une distance moyenne parcourue par le véhicule de 75 m. Selon les sites, plus l'approche des véhicules est rapide plus le délai entre le passage du piéton et du véhicule sur le point de conflit est grand, autrement dit plus le piéton « garanti » sa traversée par un espace long, similaire à une durée ou à une longueur de freinage.

Dans les deux traversées où les véhicules en tourne à droite franchissent le passage piéton (Roosevelt-Strasbourg et Notre Dame), 75 % des véhicules le font en l'absence de piétons traversant ou en attente, **13 %** s'arrêtent pour laisser passer les piétons, 9 % sont moyennement gênés par les piétons (ralentissement ...) et 5 % leur refusent la priorité (dont **0,4 %** par rapport à des piétons déjà engagés sur le passage protégé).

## 9.3. ANALYSE QUALITATIVE DES TRAVERSÉES PIÉTONNES EFFECTUÉES AU ROUGE

**78 %** des traversées sont faites avec un risque maximum : les véhicules sont au vert quand le piéton arrive et quand il s'engage. On note toutefois que dans 15 % des cas, le piéton arrive quand les véhicules ont le vert mais ne s'engage que quand le feu passe au jaune.

En moyenne, et compte tenu des personnes qui s'engagent dans la foulée (**36 %**), le temps d'attente sur le trottoir des personnes qui s'engagent au rouge est de **6,7 s**. Cette durée d'attente n'est supérieure à 10 s que dans 23 % des cas.

Pour **30 %** des personnes observées, nous avons jugé que la prise de décision de traverser résultait de celle prise par un usager les précédant, que celui-ci fasse ou non partie du même groupe de personnes se déplaçant ensemble.

12 % des personnes ont marqué une hésitation sur le trottoir avant de s'engager.

5 % des personnes ont fait ½ tour et sont retournées sur le trottoir avant de s'engager.

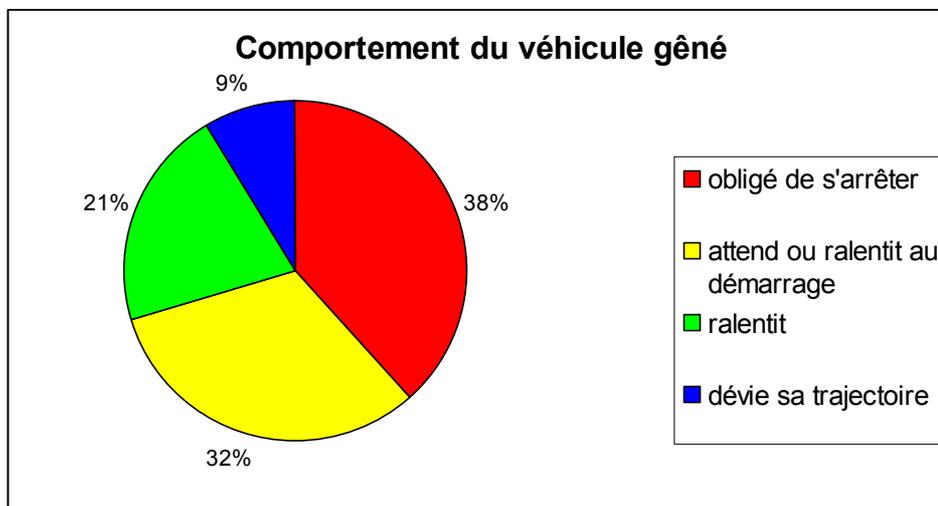
Si 27 % des traversées peuvent être considérées comme des anticipations du vert piéton car la traversée se finit au vert piéton (donc a fortiori au rouge véhicules), **57 % des traversées sont effectuées entièrement dans la période insécurisée de vert véhicules.**

14 % des traversées occasionnent une attente sur une partie protégée de la chaussée, par exemple au droit des véhicules en stationnement. En moyenne de l'ensemble de l'échantillon cette attente est de **0,9 s** (6,6 s pour les personnes qui attendent effectivement).

8 % des personnes, après s'être engagées au rouge, se sentent en situation de danger et marquent un temps d'arrêt ou s'arrêtent à proprement parler en milieu de chaussée. En moyenne de l'ensemble de l'échantillon cette attente en milieu de chaussée est de **0,3 s** (3,2 s pour les personnes qui attendent effectivement).

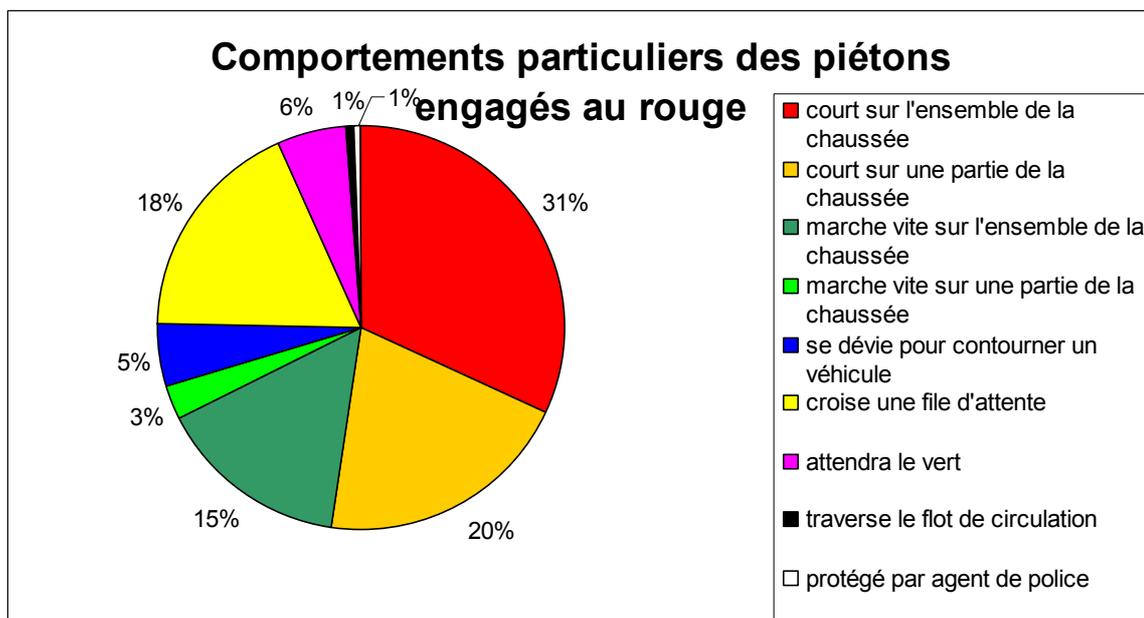
35 % des traversées peuvent être soupçonnées d'être particulièrement dangereuses dans la mesure où le piéton et le(s) véhicule(s) se trouvent simultanément sur le passage piéton. Dans 19 % des cas le(s) véhicule(s) se trouve(nt) seulement devant le piéton, dans 9 % des cas seulement derrière mais dans 7 % des cas le piéton est entouré de véhicules en mouvement.

12 % des piétons traversant au rouge ont gêné au moins un véhicule. En moyenne, et compte tenu des piétons dont la traversée n'est pas gênante, le nombre moyen de véhicules gênés par piéton est de **0,18**.



23 % des traversées engagées au rouge font apparaître des conditions ou un comportement particuliers.

2/3 des cas relevés concernent le rythme de la traversée : 51 % courent (31 % sur l'ensemble de la traversée, 20 % sur une partie seulement de la chaussée), 18 % marchent vite.



#### 9.4. ANALYSE STATISTIQUE DES INDICATEURS QUANTITATIFS

L'analyse statistique des indicateurs quantitatifs définis pour les huit traversées est rarement très significative, elle fait toutefois apparaître quelques relations privilégiées :

- relation négative entre la part de vert piéton et la vitesse des VP autrement dit plus les véhicules bénéficient de temps de vert, plus leur vitesse est élevée
- relation négative entre la part de vert piéton et le pourcentage de risque pris par le piéton autrement dit, moins le piéton bénéficie de temps de vert, plus il prend de risque quand il s'engage au rouge
- relation positive entre le pourcentage de piétons s'engageant au rouge et le pourcentage de ceux-ci qui prennent un risque fort dans leur traversée. Ceci suggère, dans la comparaison entre les différentes traversées, que vis à vis du risque pris par les piétons on cumule deux effets : celui du nombre de traversées et celui de l'intensité du risque.
- relation positive entre la vitesse d'approche des véhicules et le délai entre piéton et véhicule(s) sur le lieu potentiel de conflit. Autrement dit, plus la vitesse des véhicules est élevée, plus le piéton « s'impose » un long intervalle avec le prochain véhicule avant d'entamer sa traversée.
- relation entre le pourcentage de comportements particuliers (dont pour partie les comportements potentiellement dangereux : hésitations, changements de rythme, piéton qui court etc.) et le nombre moyen de véhicules gênés par un piéton s'engageant au rouge. On peut voir là une graduation de la difficulté d'interaction piétons – véhicules : selon les traversées, plus il y a (relativement) de piétons dont la traversée au rouge apparaît difficile, plus on constate que les véhicules sont gênés par la traversée intempestive des piétons.



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Centre d'Études  
Techniques  
de l'Équipement  
du Sud-Ouest

**CETE du Sud-Ouest**  
**12, av. Edouard Belin**  
**31400 Toulouse**  
**Tel. : (33) 05 62 25 97 70**  
**Fax : (33) 05 62 25 97 99**  
**E-Mail : [zelt@equipement.gouv.fr](mailto:zelt@equipement.gouv.fr)**  
**Site WEB : [www.zelt-fr.org](http://www.zelt-fr.org)**