



Direction Territoriale Sud-Ouest

RAPPORTS

**CEREMA
DTerSO
DALETT
ESAD-ZELT**

Feu asservi à la vitesse à Celle l'Évescault (86)

Suivi des impacts un an après installation du feu

Date 14/11/2014

Version 1.0



Informations contractuelles

Organisme(s) Commanditaire(s)	CEREMA DTecTV VOI/CGR Représentant : Christophe DAMAS	2 rue Antoine Charial CS 33927 69426 LYON CEDEX03 Tél 04 72 74 59 44 Courriel christophe.damas@cerema.fr
Références administratives	Affaire N° C14TV0104-05	Commandée le : 26/08/2014
Affaire suivie par	Le chargé d'affaire	Catherine BARTHE DALETT/ESAD-ZELT

Historique des versions du document

Version	Date de validation	Commentaire
V1.0	14/11/2014	

Validation du document

Rédacteur(s)	Catherine BARTHE Adjoint au chef du groupe Stéphane DEXPERTS Jean-Paul GARRIGOS ESAD-ZELT	catherine.barthe@cerema.fr Tél : 05 62 25 97 80
Relecteur	Louahdi KHOUDOUR Chef du groupe ESAD-ZELT	louahdi.khoudour@cerema.fr Tél : 05 62 25 97 84
Validé par	Didier TREINSOUTROT Directeur du département DALETT	Didier.treinsoutrot@cerema.fr Tél : 05 62 25 97 01

Pour contacter la ZELT :

TEL. (33) (0) 5 62 25 97 70 FAX (33) (0) 5 62 25 97 99

WEB www.zelt-fr.org

Adresse postale :

CEREMA DTerSO DALETT , 1 avenue du colonel Roche, 31400 Toulouse France

Le 1^{er} janvier 2014, les 8 CETE, le Certu, le Cetmef et le Sétra ont fusionné pour donner naissance au Cerema : centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

- *CETE : Centre d'études techniques de l'équipement*
- *Certu : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques*
- *Cetmef : Centre d'études techniques maritimes et fluviales »*
- *Sétra : Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements*

Métadonnées

Référence documentaire	N°ISRN : CEREMA-DTERSO-14-275-FR
Titre	Feu asservi à la vitesse à Celle l'Évescault (86)
Description	Suivi des impacts un an après installation du feu asservi à la vitesse
Auteur(s)	Catherine BARTHE, Stéphane DEXPERTS, Jean-Paul GARRIGOS
Date du rapport	14/11/2014
Mots clés	Mesures de vitesses, comportement des conducteurs
Mots clés géographiques Pays, région(s), département(s), commune(s)	France/Poitou Charentes/Vienne/Celle l'Évescault
Type	Rapport d'étude
Règles de diffusion	Diffusable
Droits	Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans autorisation expresse du CEREMA DTecTV et DTerSO/DALETT. Crédits photos – illustrations : CC BY-NC-SA 2.0 – CETE SO © Autres
Identification	

FICHE DE SYNTHÈSE

TITRE	<i>Feu asservi à la vitesse à Celle l'Évescault (86)</i>
Date de publication	14 novembre 2014
Auteur(s)	Catherine BARTHE, Stéphane DEXPERTS, Jean-Paul GARRIGOS
Diffusion	DTecTV, Mairie de Celle l'Évescault
Demandeur de la prestation	DTecTV Contact : Christophe DAMAS
Contexte de la prestation	<p>La mairie de Celle l'Évescault dans la Vienne (86) souhaite sécuriser la circulation dans son centre bourg et a réalisé pour cela en 2012 des travaux de réfection de la chaussée dans une «zone 30». Son choix s'est porté vers un aménagement de type « chaussée partagée » qui mixe tous les usagers dans la totalité de l'espace concerné. Le sentiment de la mairie, confirmé par des mesures effectives, était que bon nombre d'usagers peu scrupuleux de la sécurité pratiquaient encore des vitesses excessives qu'il y a lieu de contraindre efficacement pour s'assurer d'une entière crédibilité de l'aménagement par le biais du respect de la limitation de vitesse à 30 km/h.</p> <p>Pour ce faire, la mairie a demandé à la DSCR l'autorisation d'expérimenter un système de feu asservi à la vitesse de type « feu vert récompense ». Les conditions d'installation de ce feu, hors intersection et sans passage piéton à protéger en font un « objet » n'entrant pas dans le cadre de l'instruction interministérielle de signalisation routière. C'est pourquoi l'expérimentation est soumise à l'attribution d'une dérogation par la DSCR. Afin d'appuyer son jugement, la DSCR a demandé à la DTecTV du Cerema une évaluation du dispositif expérimental. Pour cette évaluation, la DTecTV s'est adressée à la direction territoriale Sud-Ouest du Cerema (DterSO), PCI ESAD-ZELT, pôle de compétences et d'innovation spécialisé dans l'évaluation des systèmes d'aide aux déplacements.</p>
Objectif du document	<p>Présenter les résultats de la mesure des impacts sur les vitesses pratiquées un mois après puis un an après la mise en service du feu asservi à la vitesse. L'impact de l'installation du feu sur les vitesses pratiquées est estimé par comparaison des résultats de trois campagnes de mesures identiques de 3 semaines « avant », « un mois après » et « un an après » sa mise en service. L'objectif complémentaire est l'étude du fonctionnement du feu et l'analyse des comportements au franchissement du feu, axée notamment sur le respect du feu.</p>
Description succincte du contenu	<ul style="list-style-type: none"> - Rappel des indicateurs d'impact - Description du site - Fonctionnement du feu - Moyens de mesure, mise en œuvre et traitement des données - Résultats - Conclusion
Principaux résultats	<p><u>Fonctionnement et respect du feu</u></p> <p>Le fonctionnement du feu est de type « vert récompense » classique, c'est-à-dire que le feu est au repos au rouge puis passe au vert, lorsqu'un véhicule est détecté par le radar à une cinquantaine de mètres en amont du feu, avec un délai permettant aux véhicules respectant la vitesse autorisée, de franchir le feu sans s'arrêter. Dans la grande majorité des cas, le franchissement s'effectue entre 2 et 4 s après l'apparition du feu vert. Pour les véhicules en sur-vitesse au point de visée du radar, le réglage définitif du fonctionnement du feu introduit une attente de 5 s supplémentaires.</p>

Le débit journalier d'environ 600 véhicules/jour, avec des pointes de l'ordre de 100 véhicules/heure se situe dans la plage d'efficacité maximum de l'asservissement à la vitesse de type « feu vert récompense ». Dans 80 % des cycles, la durée du vert est de 10 s, ce qui est la valeur minimum paramétrée pour le passage d'un véhicule. Dans les autres cas, la prolongation du temps de vert est nécessitée par des arrivées de véhicules groupés, principalement aux heures de rentrée ou sortie des écoles. Sauf exceptions, la durée de vert est inférieure à 20 s.

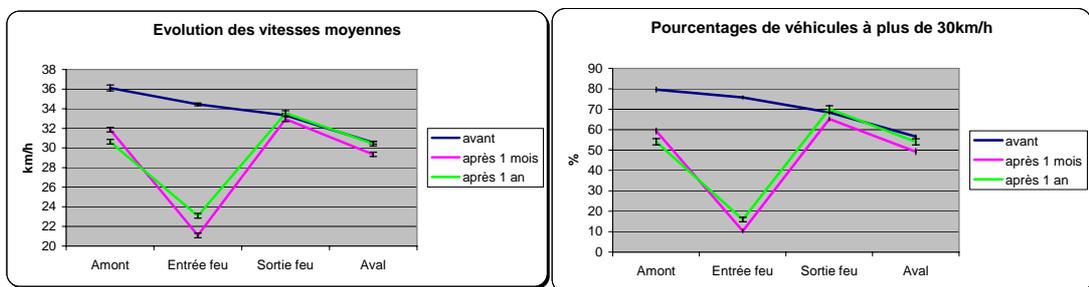
Le nombre moyen journalier de franchissements du feu rouge se situe, en semaine, entre 30 et 50 FR/jour, il est en moyenne de 38 FR/jour en 2013 et 42 FR/jour en 2014. On retiendra donc, en **situation stabilisée, en semaine, que le nombre de franchissements au rouge est de 42 par jour et 0,08 par cycle, soit un franchissement au rouge tous les 12 cycles.** Le délai moyen de franchissement avant l'apparition du vert est de 4,5 s, cette moyenne étant notamment influencée par le non-respect de l'attente de 5 s supplémentaires imposée aux usagers en sur-vitesse.

Impact sur les vitesses pratiquées

L'évolution des vitesses moyennes après installation du feu se résume par ce qui suit, pour les points de mesure dans le sens entrant soumis au feu :

- à 50 m en amont du feu, baisse de **36,1 km/h** (*I.C.¹. [35,8 ; 36,4]*) à **31,9 km/h** (*I.C. [31,6 ; 32,1]*) après un mois et **30,6 km/h** après un an (*I.C. [30,4 ; 30,9]*), soit un impact global de **- 5,5 km/h ou 15 %** ;
- au niveau du feu, baisse de **34,5 km/h** (*I.C. [34,3 ; 34,6]*) à **21,1 km/h** (*I.C. [20,9 ; 21,3]*) après un mois et **23,1 km/h** après un an (*I.C. [22,8 ; 23,3]*), soit un impact global de **- 11,4 km/h ou 33 %** ;
- 130 m environ à l'aval du feu, baisse de **30,5 km/h** (*I.C. [30,4 ; 30,7]*) à **29,3 km/h** (*I.C. [29,1 ; 29,6]*) après un mois et **30,4 km/h** après un an (*I.C. [30,2 ; 30,6]*), soit globalement une **stabilité** des vitesses (- 0,1 km/h ou 0,4 %).

Par contre, dans le sens sortant, non soumis au feu, les vitesses restent stables (+ 0,2 km/h).



L'évolution du pourcentage de véhicules dépassant 30 km/h se résume comme suit :

- à 50 m en amont du feu, on passe de **80 %** (*I.C.⁷. [78,4 ; 80,8]*) à **59 %** (*I.C. [58,0 ; 60,8]*) après un mois et **54 %** (*I.C. [52,6 ; 55,6]*) après un an, soit **- 26 points** ;

¹ intervalle de confiance à 95 %

- au niveau du feu, on passe de **76 %** (I.C⁷. [75,0 ; 76,6]) à **10 %** (I.C. [9,4 ; 11,2]) après un mois et **16 %** (I.C. [14,9 ; 17,0]) après un an, soit – **60 points** ;
- 130 m environ à l’aval du feu, on passe de **57 %** (I.C⁷. [55,8 ; 57,5]) à **49 %** (I.C. [47,8 ; 50,7]) après un mois et **54 %** (I.C. [52,6 ; 55,5]) après un an, soit – **3 points**.

Comportement des usagers à l’approche de la chaussée partagée

L’observation d’un échantillon de 230 véhicules par enregistrement vidéo à l’approche du feu et de l’entrée dans la chaussée partagée a montré, entre la situation de référence et la situation finale de 2014 :

- une intensification des freinages (réduction de 12 % à 10 % de la part des conducteurs qui n’ont pas freiné, augmentation de 12 % à 43 % de la part de ceux qui freinent déjà à l’entrée de la zone filmée (à 65 m en amont du feu), croissance de 25 % à 56 % de la distance parcourue en freinant à l’amont du feu) ;
- une « remontée » vers l’amont de la position des lieux de début de freinage (de 15 m à 35 m du feu en moyenne).

La mise en place du feu s’est traduite manifestement par un déplacement des zones de freinage vers l’amont mais après un an d’exploitation, on observe généralement un léger relâchement des tendances de modification des divers indicateurs mesurés par rapport à la situation observée un mois après l’installation du feu.

La présence du feu, avec son réglage définitif en 2014, se traduit dans notre échantillon, par rapport à la situation de référence, par une perte de temps moyenne de l’ordre de 4 s dans l’approche de la chaussée partagée.

Conclusion

L’installation d’un feu de type « vert récompense » à une vingtaine de mètres de l’entrée dans la chaussée partagée traversant le bourg a permis une réduction significative des vitesses d’approche de cette zone. Si la baisse des vitesses est spectaculaire au niveau du feu (de 35 km/h à 23 km/h) et sensible à une cinquantaine de mètres en amont du feu (de 36 km/h à 31 km/h), l’impact à l’aval au milieu de la chaussée partagée n’est pas significatif (baisse de vitesse de 0,1 km/h et réduction de 3 points du pourcentage de véhicules en infraction au-delà de 30 km/h). L’arrêt au feu pour les véhicules en sur-vitesse ou le ralentissement pour bénéficier du « feu vert récompense » permet donc une réduction de la vitesse et un gain potentiel en sécurité qui se prolongent, à des degrés variables, jusqu’au milieu de la chaussée partagée.

La comparaison des effets immédiats mesurés en 2013 un mois après l’installation du feu à ceux mesurés un an après en 2014 a montré :

- que d’une part, la prise de conscience de la pénalisation supplémentaire de 5 secondes au feu pour les véhicules en sur-vitesse a permis une poursuite de la réduction de vitesse à l’amont du feu ;
- mais que d’autre part on observe un certain relâchement en termes de vitesse au niveau du feu ou à l’aval ainsi qu’en termes de respect du feu rouge.

SOMMAIRE

I.	Contexte	10
II.	Description du site	11
III.	Fonctionnement du feu	13
IV.	Signalisation	14
V.	Rappel des indicateurs d'impact	15
VI.	Moyens de mesure, mise en oeuvre et traitement des données	16
VI.1	<i>Mesures de vitesse</i>	16
VI.1.1	Type et localisation	16
VI.1.2	Compteur MIXTRA	17
VI.1.3	Radar TMSSA	18
VI.1.4	Calendrier des mesures	19
VI.1.4.1	Situation de référence « avant »	19
VI.1.4.2	Situation « un mois après »	20
VI.1.4.3	Situation « un an après »	20
VI.2	<i>Observation des comportements</i>	21
VII.	Contexte trafic et météo	24
VII.1	<i>Débits observés</i>	25
VII.1.1	Débits journaliers	25
VII.1.2	Évolution dans le temps des débits horaires	25
VII.1.3	Profils horaires	27
VII.2	<i>Météo</i>	28
VIII.	Vitesses	29
VIII.1	<i>Évolution dans le temps</i>	29
VIII.2	<i>Profils horaires</i>	32
VIII.3	<i>Répartition des vitesses</i>	36
VIII.4	<i>Synthèse de l'analyse des vitesses</i>	42
IX.	Fonctionnement et franchissements du feu	44
IX.1	<i>Durées des phases de feu</i>	44
IX.2	<i>Délais de franchissement du feu par rapport aux début et fin de vert</i>	45
IX.3	<i>Franchissements du feu rouge</i>	46
X.	Observation ponctuelle des comportements	49
X.1	<i>Lieux de freinage</i>	49

X.2	<i>Durée de trajet</i>	54
X.3	<i>Déclenchement du feu vert</i>	54
XI.	Résumé et conclusion	58

Liste des figures

Figure 1 :	Plan de situation de la commune de Celle l'Évescault (source Google Earth)	11
Figure 2 :	Situation de la section de chaussée partagée et du feu.....	12
Figure 3 :	Vue de l'entrée de la chaussée partagée et zoom sur le feu	12
Figure 4 :	Feu et capteurs	14
Figure 5 :	Panneaux d'incitation au respect de la vitesse autorisée	15
Figure 6 :	Emplacement des équipements de mesure	17
Figure 7 :	Mise en place du compteur MIXTRA pendant les mesures « avant ».....	18
Figure 8 :	Mise en place du compteur MIXTRA pendant les mesures « après ».....	18
Figure 9 :	Radars TMSSA amont (à gauche et au milieu) et aval (à droite)	19
Figure 10 :	Champ de vision du film N°1 situation « avant »	22
Figure 11 :	Champ de vision du film N°2 situation « avant »	23
Figure 12 :	Champ de vision du film de la situation « un mois après »	23
Figure 13 :	Champ de vision du film de la situation « un an après »	24
Figure 14 :	évolution des débits journaliers dans le sens entrant	25
Figure 15 :	évolution des débits horaires dans le sens entrant.....	26
Figure 16 :	évolution des débits horaires dans le sens sortant	26
Figure 17 :	comparaison des débits horaires en 2014	27
Figure 18 :	Profils horaires moyens.....	27
Figure 19 :	Vitesse moyenne au feu en sens entrant.....	29
Figure 20 :	Vitesse moyenne en amont du feu, sens entrant	30
Figure 21 :	Vitesse moyenne en aval du feu, sens entrant	30
Figure 22 :	Vitesse moyenne au niveau du feu, sens sortant	31
Figure 23 :	comparaison des vitesses aux différents points, situation « avant »	31
Figure 24 :	comparaison des vitesses aux différents points, situation « un mois après »	32
Figure 25 :	comparaison des vitesses aux différents points, situation « un an après »	32
Figure 26 :	vitesses moyennes horaires au feu, sens entrant	33
Figure 27 :	vitesses moyennes horaires à l'amont du feu, sens entrant.....	33
Figure 28 :	vitesses moyennes horaires à l'aval du feu, sens entrant	34
Figure 29 :	vitesses moyennes horaires au niveau du feu, sens sortant.....	34
Figure 30 :	comparaison des vitesses moyennes horaires aux différents points, situation « avant »	35
Figure 31 :	comparaison des vitesses moyennes horaires aux différents points, situation « un mois après »	36
Figure 32 :	comparaison des vitesses moyennes horaires aux différents points, situation « un an après »	36
Figure 33 :	Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h au feu, en sens entrant.....	37
Figure 34 :	Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en amont du feu, en sens entrant	37

Figure 35 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en aval du feu, en sens entrant	38
Figure 36 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h au niveau du feu, en sens sortant.....	38
Figure 37 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en sens entrant, période « avant »	39
Figure 38 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en sens entrant, période « un mois après ».....	39
Figure 39 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en sens entrant, période « un an après »	40
Figure 40 : Répartition cumulée des vitesses par tranche de 5km/h, au niveau du feu (sens entrant)	40
Figure 41 : Répartition cumulée des vitesses par tranche de 5km/h, en amont du feu (sens entrant)	41
Figure 42 : Répartition cumulée des vitesses par tranche de 5km/h, en aval du feu (sens entrant).....	41
Figure 43 : Vitesses moyennes aux différents points.....	42
Figure 44 : Pourcentage de véhicules à plus de 30 km/h, aux différents points	43
Figure 45 : Distribution des durées de vert.....	44
Figure 46 : Distribution des durées de rouge.....	45
Figure 47 : Distribution des délais de franchissement par rapport au début et à la fin du vert.....	45
Figure 48 : Nombre moyen de franchissements au rouge par cycle.....	46
Figure 49 : Débits moyens par cycle	47
Figure 50 : évolution dans le temps des franchissements du rouge.....	47
Figure 51 : Profil journalier des débits et franchissements du rouge	48
Figure 52 : Distribution des délais de franchissement (au rouge) par rapport à la fin du rouge.....	48
Figure 53 : Distribution des délais de franchissement (au rouge) par rapport au début du rouge.....	49
Figure 54 : Lieux de freinage des véhicules observés avant installation du feu	50
Figure 55 : Lieux de freinage des véhicules observés un mois après installation du feu	51
Figure 56 : Lieux de freinage des véhicules observés un an après installation du feu....	52
Figure 57 : Délai de déclenchement du vert après entrée du véhicule dans la zone	56
Figure 58 : Distribution des durées de vert.....	56
Figure 59 : Distribution du nombre de véhicules par cycle.....	57

Liste des tableaux

Tableau 1 : Repérage des sections	22
Tableau 2 : Relevé des conditions météo défavorables	28
Tableau 3 : Synthèse de l'analyse des vitesses	42
Tableau 4 : comportement à l'approche et au franchissement du feu	54

I. CONTEXTE

La mairie de Celle l'Évescault dans la Vienne (86) souhaitait sécuriser la circulation dans son centre bourg et a réalisé pour cela en 2012 des travaux de réfection de la chaussée dans une « zone 30 ». Son choix s'est porté vers un aménagement de type « chaussée partagée » qui mixe tous les usagers dans la totalité de l'espace concerné. Le sentiment de la mairie, confirmé par des mesures effectives, était que bon nombre d'usagers peu scrupuleux de la sécurité pratiquaient encore des vitesses excessives qu'il y avait lieu de contraindre efficacement pour s'assurer d'une entière crédibilité de l'aménagement par le biais du respect de la limitation de vitesse à 30 km/h.

Pour ce faire, la mairie a demandé à la DSCR l'autorisation d'expérimenter un système de feu asservi à la vitesse de type « feu vert récompense ». Les conditions d'installation de ce feu, hors intersection et sans passage piéton à protéger en faisaient un « objet » n'entrant pas dans le cadre de l'instruction interministérielle de signalisation routière². C'est pourquoi l'expérimentation est soumise à l'attribution d'une dérogation par la DSCR. Afin d'appuyer son jugement, la DSCR a demandé au CERTU (devenu DTecTV du Cerema) une évaluation du dispositif expérimental. Pour cette évaluation, le CERTU s'est adressé à la DterSO du Cerema, PCI ESAD-ZELT, pôle de compétences et d'innovation spécialisé dans l'évaluation des systèmes d'aide aux déplacements.

Les actions à mener ont été proposées par ESAD-ZELT au travers d'un plan d'évaluation établi le 23 janvier 2013, document servant de base méthodologique à l'ensemble de l'étude.

La méthodologie appliquée se base classiquement sur la comparaison des indicateurs avant / après mise en place du feu vert récompense. Trois campagnes de mesures identiques de l'indicateur principal que sont les vitesses pratiquées dans le secteur aménagé ont été réalisées : l'une servant de référence avant aménagement, la deuxième environ un mois après l'installation du feu et la troisième un an après, pour vérifier à long terme le maintien des impacts mesurés initialement.

Tel est l'objectif du présent document, comme suite aux rapports précédemment fournis :

- la situation « avant », dite aussi situation de référence ou ex-ante, a fait l'objet de mesures réalisées en juin 2013. Le compte-rendu et les principaux résultats de ces mesures ont été présentés par ESAD-ZELT dans un rapport intitulé « Feu asservi à la vitesse à Celle-L'Évescault (86) ; mesure de la situation de référence – 09/08/2013 – version 1.1. » ;
- la situation immédiatement après installation du feu (un mois après) a fait l'objet du rapport d'ESAD-ZELT intitulé « Feu asservi à la vitesse à Celle-L'Évescault (86) ; Évaluation des impacts après installation du feu - 15/11/2013 -Version 1.0 ». Celui-ci comprend l'analyse du fonctionnement du feu et son respect par les usagers ainsi que la comparaison des vitesses pratiquées après installation du feu à celles observées pendant la période de référence.

² Instruction interministérielle sur la signalisation routière – Livre I – Sixième partie – Feux de circulation permanents

II. DESCRIPTION DU SITE

La commune de Celle l'Évescaut est située dans la Vienne au sud de Poitiers comme le montre le plan de situation de la Figure 1. L'aménagement concerne la traversée du bourg par la RD97 dite Grand Rue. La section aménagée en « chaussée partagée » se situe entre l'intersection de la Grand Rue avec l'allée des Primevères (au sud) et l'intersection avec la RD141, rue Chincé et rue Saint Macou où se situe la mairie. La largeur de chaussée se situe entre 5 m et 6 m (5,8 m au niveau de l'emplacement du feu). La longueur de la section aménagée en chaussée partagée est de 270 m.

Le feu asservi à la vitesse concerne le sens de circulation Sud-Nord, en pente descendante, en direction de la zone de commerces et de l'église.

Comme on peut le voir en surimpression sur la Figure 2, le feu est situé à 20 m en amont du début de la chaussée partagée, soit 20 m en amont de l'intersection avec l'allée des Primevères, voie en sens unique sortant, ne créant par conséquent pas de conflit avec la Grand Rue.

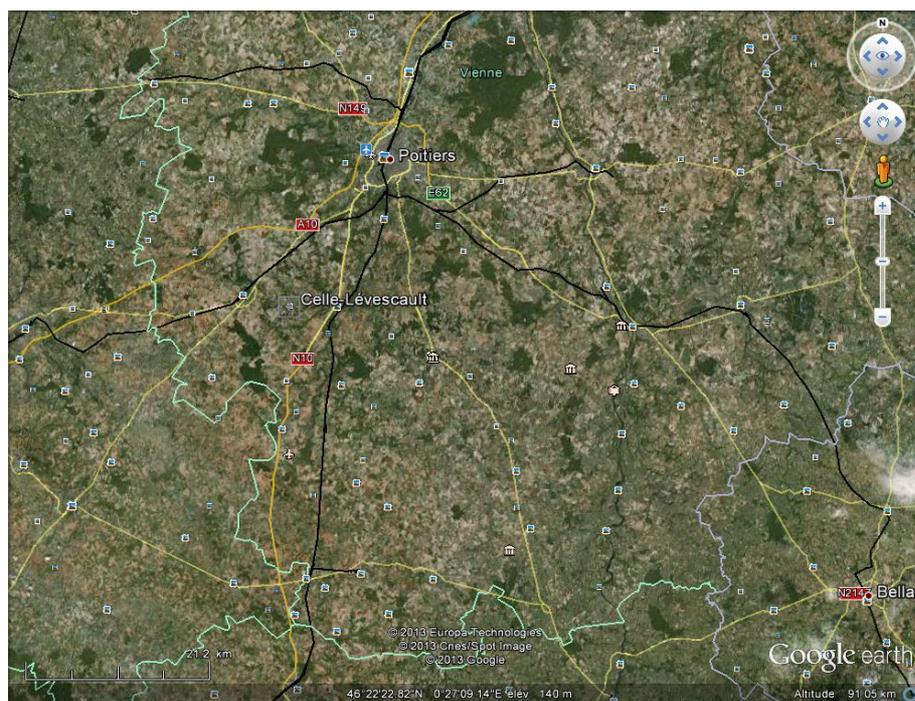


Figure 1 : Plan de situation de la commune de Celle l'Évescaut (source Google Earth)



Figure 2 : Situation de la section de chaussée partagée et du feu



Figure 3 : Vue de l'entrée de la chaussée partagée et zoom sur le feu

La Figure 3 nous montre (à gauche) un plan large de la voie d'accès en descente à la chaussée partagée dont on peut voir un zoom de l'entrée sur la photo du milieu. Le feu est situé au droit du sapin, comme indiqué sur la photo de droite de la Figure 3.

Sur le plan large de la voie, on peut voir le panneau de rappel de la vitesse réglementaire de 30 km/h, vitesse applicable depuis l'entrée de l'agglomération mais très mal respectée dans la partie amont à la photo qui est peu urbanisée.

III. FONCTIONNEMENT DU FEU

Le modèle retenu est un feu de la société Lacroix Trafic commandé par un radar hyperfréquence (modèle LACRH-310-301).

Le fonctionnement théorique est le suivant :

- le feu tricolore est en position de repos au rouge ;
- quand un véhicule se présente au niveau d'une zone de détection (dite aussi zone d'appel) située à une distance D (distance³ = 53 m) en amont du feu, il est détecté par un capteur de type radar Doppler qui mesure sa vitesse. Une demande de passage du feu au vert est envoyée au contrôleur de feu, le changement de phase devant se faire dans un délai imposant au véhicule une vitesse au plus égale à la limite réglementaire ;
- exemple : avec une vitesse limite de 30 km/h, le feu passe au vert X secondes après le passage du véhicule sur la zone d'appel avec $X = D$ (en mètres) * 3600 / 30 000, soit $X = 6$ s dans le cas d'une détection située à 50 m du feu. Hors considérations extérieures liées au fonctionnement et à la perception du feu⁴, le feu vert est déclenché de façon à ce que ne soient obligés de s'arrêter au feu rouge que les véhicules en excès de vitesse ;
- en secours, une caméra de modèle « Traficam » filme dans l'axe vertical la zone située en pied de feu et déclenche le feu vert en cas de non fonctionnement de la détection et de l'asservissement à la vitesse évitant ainsi des attentes trop longues ou injustifiées.

Dans la pratique, le contrôleur est paramétré comme suit :

- si l'indicateur de sur-vitesse du radar est inactif (pas de vitesse excessive enregistrée) :
 - le feu passe au vert 4 s après la détection du véhicule par le radar, le véhicule étant alors, si sa vitesse est d'environ 30 km/h, à environ 15 m ou 2 s du feu ;
 - en cas de demande en pied de feu, le feu passe au vert immédiatement ;
- si l'indicateur de sur-vitesse du radar est actif (c'est-à-dire que le véhicule a été détecté en infraction par le radar) :
 - le feu passe au vert 9 s après la détection du véhicule par le radar : soit 4 s de délai normal + 5 s de pénalisation ;
 - en cas de demande préalable en pied de feu, le feu passe au vert après 5 s d'attente.

³ La zone de détection a été positionnée après le carrefour avec la rue du 27 juin, de façon à prendre en compte les véhicules venant de cette rue dans leur approche du feu

⁴ Le calcul, présenté ici de façon didactique, est volontairement simplifié. En fait, la distance prise en compte est légèrement inférieure et intègre le temps de réaction de l'automobiliste par rapport au changement de phase du feu.

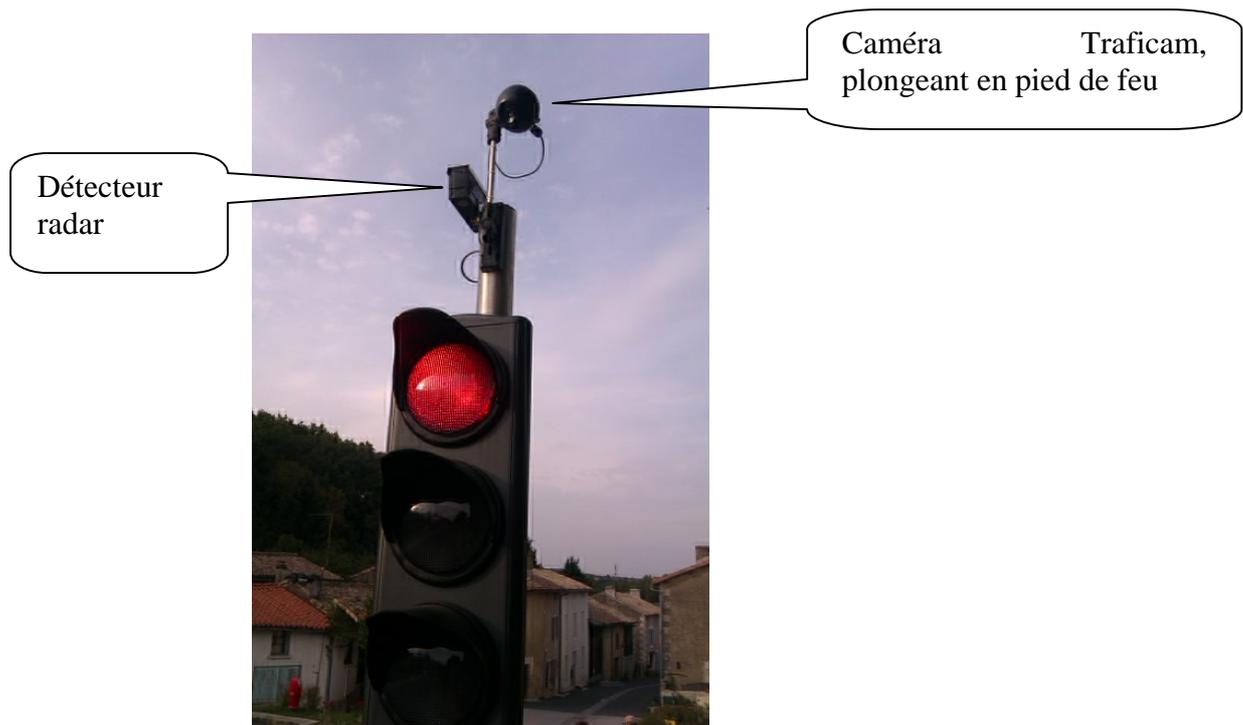


Figure 4 : Feu et capteurs

Remarque importante :

Le feu a été mis en service le 3 septembre 2013, mais jusqu'au 9 octobre à 16 h, la pénalisation de 5 s d'attente au feu en cas de dépassement de la vitesse réglementaire lors de la détection radar n'a pas été appliquée. L'évaluation du dispositif en 2013 a porté sur les deux types de réglages, ce qui nous obligera à préciser, dans le présent rapport, si les comparaisons 2014 / 2013 s'entendent à réglage équivalent (dit réglage définitif) ou si elles prennent en compte la modification entre le réglage initial (avant le 9 octobre 2013) et le réglage définitif (inchangé depuis le 9 octobre 2013).

IV. SIGNALISATION

En plus du panneau de rappel de limitation de la vitesse autorisée à 30 km/h, présent à 23 m en amont du feu, un panneau d'incitation à la prudence et un panneau d'explication du fonctionnement du feu sont installés, respectivement à environ 50 m et 100 m en amont de celui-ci.



Figure 5 : Panneaux d'incitation au respect de la vitesse autorisée

V. RAPPEL DES INDICATEURS D'IMPACT

Les impacts appréciables ou mesurables par comparaison avant / après mise en service du feu faisant l'objet du présent rapport se limitent aux vitesses pratiquées et à l'observation qualitative des comportements à l'approche du feu et donc de l'entrée dans la zone de chaussée partagée.

VI. MOYENS DE MESURE, MISE EN OEUVRE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

VI.1 MESURES DE VITESSE

VI.1.1 Type et localisation

Trois points de mesure des vitesses ont été retenus. L'un, situé au niveau du feu (punaise verte de la Figure 6), a été instrumenté avec un compteur de type Mixtra FR (franchissement de rouge, de la société STERELA) qui est également utilisé dans les phases « après » (ou ex-post) pour analyser le respect du feu rouge. Dans la phase de référence sans feu, il n'est utilisé que pour sa fonction de mesure individuelle de vitesse, dans les deux sens de circulation. Ce compteur sera désigné par « feu » dans ce qui suit, étant bien entendu que celui-ci n'était pas en place au moment des mesures de la situation de référence « avant ».

Les deux autres compteurs (punaises jaunes de la Figure 6) sont de type radar hyperfréquence (type TMSSA de la société MAGSYS), configurés pour mesurer les vitesses individuelles dans le sens de circulation entrant sur le feu. L'un (dit « amont » dans ce qui suit) est situé à 50 m en amont du feu, au niveau de la zone de détection du radar gérant l'asservissement du feu à la vitesse. L'autre (dit « aval » dans ce qui suit) est situé à 135 m à l'aval, environ au milieu de la zone de chaussée partagée.

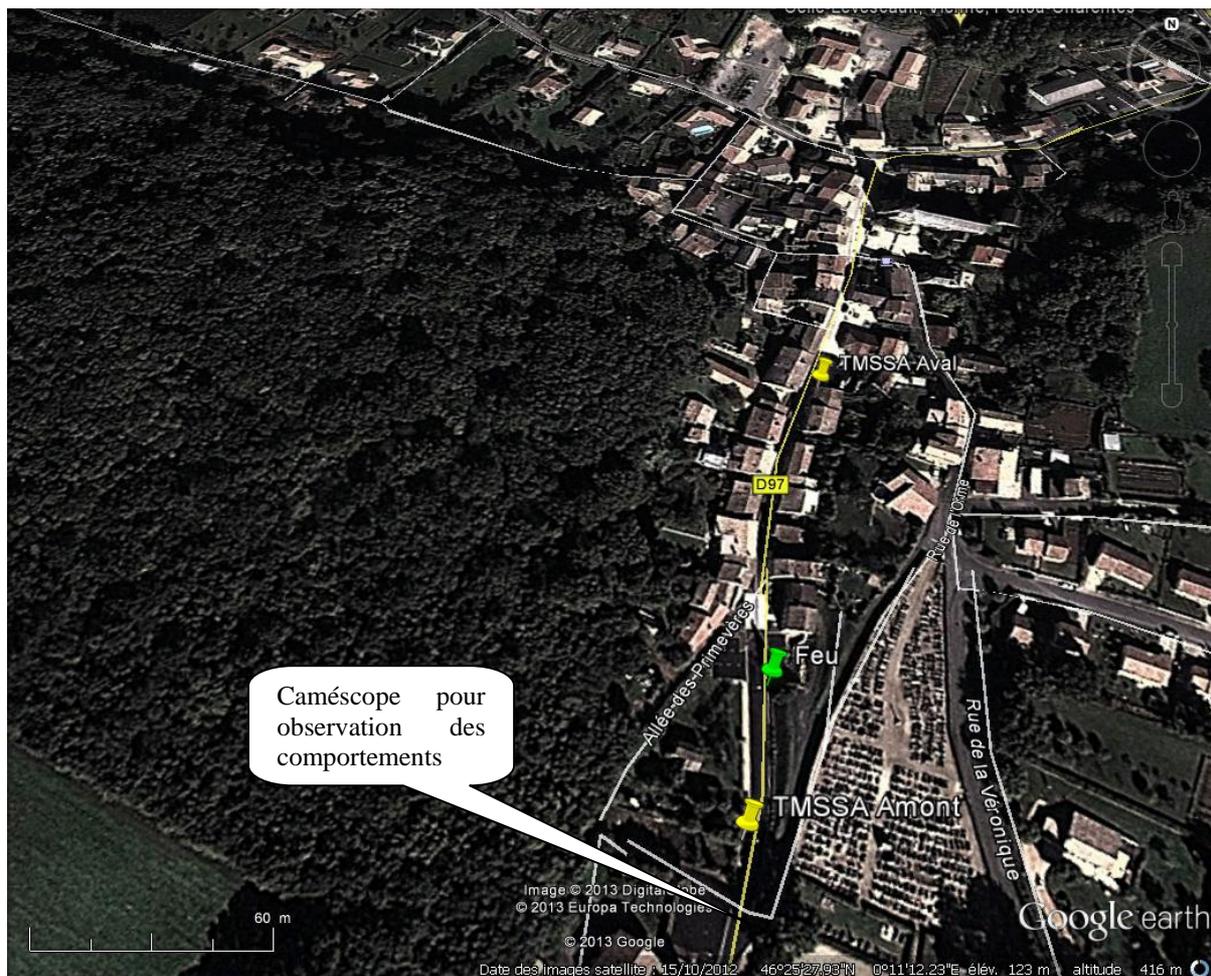


Figure 6 : Emplacement des équipements de mesure

VI.1.2 Compteur MIXTRA

Le compteur MIXTRA FR est un compteur routier « classique » commandé en langage LCR à 2 tubes piézo-électriques espacés de 30 cm. Sa particularité réside :

- d'une part dans le fait qu'il est relié au signal électrique du feu, ce qui permet de distinguer les impulsions consécutives au passage d'un véhicule selon la phase de feu pendant laquelle elles se produisent ;
- d'autre part dans sa capacité à rendre comme résultat les caractéristiques individuelles des véhicules : date de passage, sens de circulation, phase de feu (donc délai de passage après le début de phase), vitesse et type de véhicule.

La mise en œuvre du Mixtra nécessite une implantation des tubes perpendiculaire à l'axe de la trajectoire des véhicules. Si la trajectoire du véhicule n'est pas perpendiculaire au tube, les roues droite et gauche d'un même véhicule ne vont pas « attaquer » le tube en même temps, ce qui peut entraîner la détection de deux événements pour le même véhicule. Pour rectifier ce phénomène de sur-comptage, nous avons traité les données et éliminé les détections trop rapprochées des détections précédentes. Cette manipulation, tout à fait simple en terme d'algorithme de traitement, a été paramétrée pour éliminer les enregistrements de détections

avec un écart inférieur à 20 centièmes de seconde, ce qui, compte tenu du faible trafic et de la circulation sur une seule voie par sens caractérise de façon manifeste un sur-comptage. En l'occurrence, pendant ces campagnes de mesure, les cas de doublons sont très peu fréquents (0,15 % « avant », 0,34 % « un mois après » et 0,27 % « un an après »).

Les photos de la Figure 7 indiquent la position des tubes et du compteur fixé au poteau d'éclairage situé sur le trottoir de gauche en face du futur feu, pendant les mesures de la situation de référence, et fixé au poteau de feu pendant les mesures « après » (cf. Figure 8).



Figure 7 : Mise en place du compteur MIXTRA pendant les mesures « avant »

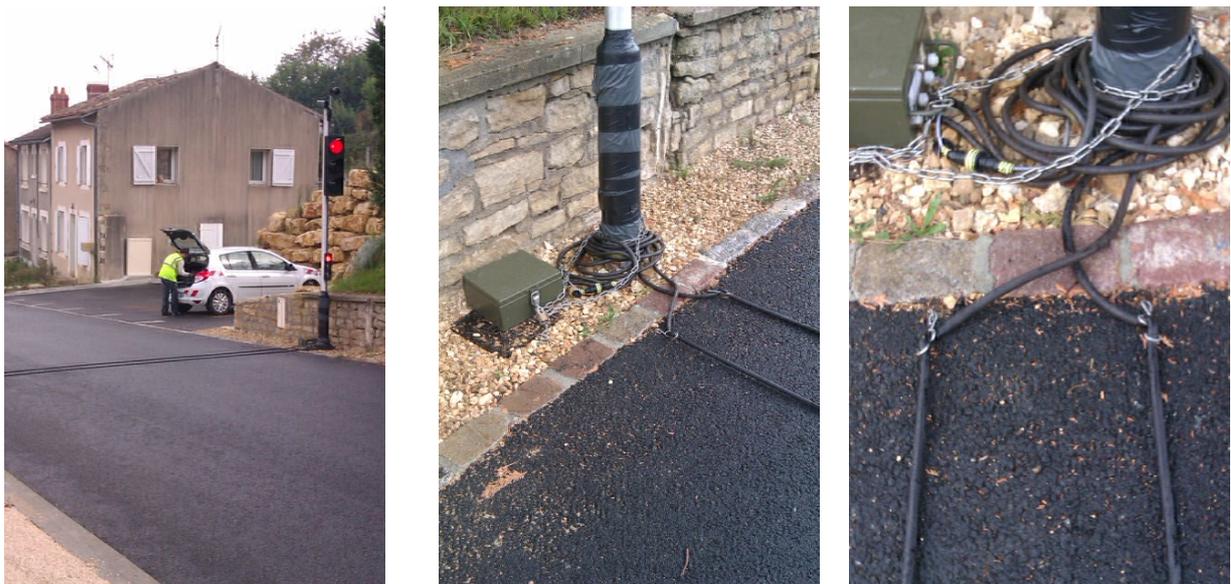


Figure 8 : Mise en place du compteur MIXTRA pendant les mesures « après »

A noter que la position des tubes est strictement identique entre les trois campagnes de mesure, et notamment que le 1^{er} tube est exactement dans l'axe du poteau de feu.

VI.1.3 Radar TMSSA

Les compteurs donnent des résultats individuels de vitesse par véhicule. Les compteurs ont été placés, en fonction des supports existants disponibles suivants :

Feu asservi à la vitesse à Celle l'Évescault (86)
Suivi des impacts un an après installation du feu

- en amont du feu, côté gauche de la chaussée dans le sens de circulation contrôlé (vers le feu), sur un poteau d'éclairage public à 2,1 m de hauteur et 5,2 m de l'axe de la voie circulée ;
- en aval du feu, côté droit de la chaussée partagée dans le sens de circulation contrôlé, sur un conduit de descente d'eau d'un bâtiment de la Mairie de Celle l'Évescault, au N°11 de la Grand rue, à 2,8 m de hauteur et 2,7 m de l'axe de la voie circulée.

L'étalonnage des radars a été fait en comparaison avec un cinémomètre de type PMMV de la société SFERIEL vérifié annuellement⁵. La vérification initiale du LROP a attribué à ce matériel la classe A de la norme NF-P-99-300.

Les compteurs mis en place sont détaillés dans la Figure 9.

En conclusion, nous disposons donc de 4 jeux de données de vitesse :

- amont entrant ;
- feu entrant ;
- aval entrant ;
- feu sortant.



Figure 9 : Radars TMSSA amont (à gauche et au milieu) et aval (à droite)

VI.1.4 Calendrier des mesures

VI.1.4.1 Situation de référence « avant »

Les mesures retenues ont été réalisées entre le jeudi 30 mai 2013 à 14h et le jeudi 20 juin 14h, soit une amplitude totale de 3 semaines.

⁵ Dernière vérification en août 2013

Les périodes de fonctionnement des différents compteurs, arrondis à l'heure, sont les suivantes :

- Mixtra au feu : du jeudi 30 mai 16h au 31 mai 24h puis du lundi 4 juin 10h au 20 juin 14h soit 17,5 jours ;
- TMSSA amont : du jeudi 30 mai 15h au mercredi 5 juin 24h, soit 6 jours et 9 heures ;
- TMSSA aval : du jeudi 30 mai 14h au jeudi 20 juin 14h, soit 21 jours⁶.

Compte tenu des périodes de disponibilité des différents compteurs, nous adaptons les comparaisons en conséquence, en respectant toutefois la périodicité hebdomadaire et la correspondance des journées (semaines entières, un lundi comparé avec un lundi etc.).

VI.1.4.2 Situation « un mois après »

Les mesures retenues ont été réalisées entre le jeudi 26 septembre 2013 à 10h et le jeudi 17 octobre 10 h, soit une amplitude totale d'exactement 3 semaines où les 3 compteurs ont été disponibles en continu. Étant donné que le feu a été installé le 3 septembre, les mesures correspondent donc bien à une situation où les usagers ont eu un délai suffisant (3 semaines) pour s'approprier le dispositif et stabiliser leur comportements.

VI.1.4.3 Situation « un an après »

Les mesures retenues ont été réalisées entre le mardi 23 septembre 2014 à 10h et le mardi 21 octobre 10 h, soit une amplitude totale d'exactement 4 semaines. Mais :

- du 23 septembre au 1^{er} octobre 8h, le Mixtra n'était pas relié électriquement au poteau de feu, ce qui ne permettait pas de faire les mesures de franchissement du feu rouge ;
- du 30 septembre 12h au 7 octobre 19h, un des tubes était distendu et partiellement décroché, ce qui faussait à la fois les mesures de vitesse et de franchissement de rouge du Mixtra au feu. Ces données ont donc été éliminées ;
- les TMSSA ont fonctionné à partir du 23 septembre 12 h jusqu'au 8 octobre 16h pour le TMSSA amont et jusqu'au 2 octobre pour le TMSSA aval.

Nous retenons donc, **pour l'analyse des vitesses**, une semaine complète de données, du mardi **23 septembre 12h au mardi 30 septembre à 12h**, homogène pour tous les compteurs. Pour une comparaison facile avec les périodes antérieures, les journées sont numérotées de 1 (lundi) à 7 (dimanche), puis selon disponibilité 8 à 14 et 15 à 21 pour les semaines suivantes.

Les graphiques d'évolution des vitesses ou des débits pourront être complétés par les données disponibles, toujours par bloc d'une semaine, et ce pendant 1 semaine pour le compteur TMSSA amont et 2 semaines pour le MIXTRA au feu.

Pour les données de **fonctionnement du feu** et de **comportement au franchissement** du feu, nous retenons **2 semaines complètes du 7 au 21 octobre 18h**, avec les mêmes principes de numérotation des jours.

Remarque : pour présenter les données sur une semaine commençant au lundi, nous avons reporté en début d'échantillon la journée du lundi 20 octobre 2014 et le mardi 21 avant 18h.

⁶ En réalité moins ¼ d'heure

Comme ce sont deux jours de vacances scolaires, la pointe du matin occasionnée par l'amenée des enfants à l'école sera plus faible en débit que les journées équivalentes de 2013.

VI.2 OBSERVATION DES COMPORTEMENTS

Un caméscope sur pied a été positionné sur le côté droit de la chaussée (en direction du feu) au niveau du carrefour avec la rue du 27 juin, soit à environ 65 m du feu.

Les observations ont eu lieu à la « pointe » du matin correspondant à la rentrée des écoles.

Pour la situation de référence, le 30 mai 2013, deux films ont été réalisés, l'un de 15'30'' avant la pluie, entre 8h20 et 8h36, l'autre sous une pluie faible mais persistante, de 18' entre 8h37 et 8h55.

Pour la situation avec feu, un mois après, le 26 septembre 2013, nous disposons d'un film de 47 minutes à partir de 8h.

Pour la situation avec feu, un an après, le 23 septembre 2014, nous disposons d'un film de 46 minutes à partir de 8h13.

Les trajectoires des véhicules ont été observées avec l'objectif de relever les endroits de freinage à l'approche de la chaussée partagée et du feu, ainsi que la position du véhicule au moment du l'apparition du feu vert. Le champ de vision du film a été découpé en sections bordées par des repères physiques visibles sur l'image décrits dans le Tableau 1.

Dans la situation « avant », comme on peut le voir sur les Figure 10 et Figure 11 sur lesquelles les repères sont reportés, il y a eu un changement de zoom entre les deux films, ce qui modifie l'amplitude du champ de vision dans son premier plan. A l'arrière plan, la limite de « fin d'image » est identique sur les deux films du fait de la contrainte du virage à droite. Au premier plan, la zone A, d'une longueur estimée à 28 m, entre le carrefour de la rue du 27 juin et la borne kilométrique, n'est visible que sur le film N°2.

Le film de la situation « après », représenté dans la Figure 12 en 2013 et dans la Figure 13 en 2014, est équivalent au film N°2 de la situation « avant ».

Dans la situation « avant », les trajectoires de 67 véhicules ont été observées mais seules 63 ont pu être exploitées, les 4 autres ne pouvant, du fait du masquage par les véhicules suivants ou en sens inverse, être déterminées de façon précise sur tous les éléments nécessaires.

Dans la situation « un mois après », nous disposons de 94 trajectoires de véhicules exploitables. Dans la situation « un an après », 83 trajectoires de véhicules sont exploitables mais, du fait de masquages, il nous manque 2 mesures de délai d'apparition du vert parmi les 47 possibles et 1 mesure de durée de vert sur les 42 possibles.

Pour chacun des véhicules, la zone de freinage (position de l'arrière du véhicule, feux stop allumés), pouvant être continue ou discontinue, a été reportée dans un schéma figurant sur chaque ligne correspondant à un véhicule, des colonnes colorées en rouge quand le véhicule freine. Les zones de base (A à L) décrites dans le Tableau 1 ont été sous-découpées par micro-sections d'environ 2,5 m, ce qui implique que le schéma est représenté « à peu près » à

l'échelle de la longueur de la voie. Il convient toutefois de rester très prudent dans ces interprétations, vu les difficultés de visualisation et d'interprétation humaine des images.

limites de sections	Description	longueur en mètres
A	début du mur de soutènement bordant la chaussée à partir du carrefour avec la rue du 27 juin	28
B	Borne kilométrique	13
C	Panneau Zone 30	20
D	fin de la partie courbe du mur	3
E	sapin = futur feu	2
F	fin de la partie rectiligne du mur	7
G	milieu du parking	9
H	début du jardin (arbustes)	1
I	début du revêtement en béton gris clair marquant l'entrée de la chaussée partagée	14
J	fin de cette zone gris clair	8
K	mur de la maison	10
L	virage à droite	7
M	fin de voie visible sur l'image	
	Longueur de la zone vue film1 "avant" (B à M)	94
	Longueur de la zone vue film2 "avant" et film "après" (A à M)	122

Tableau 1 : Repérage des sections

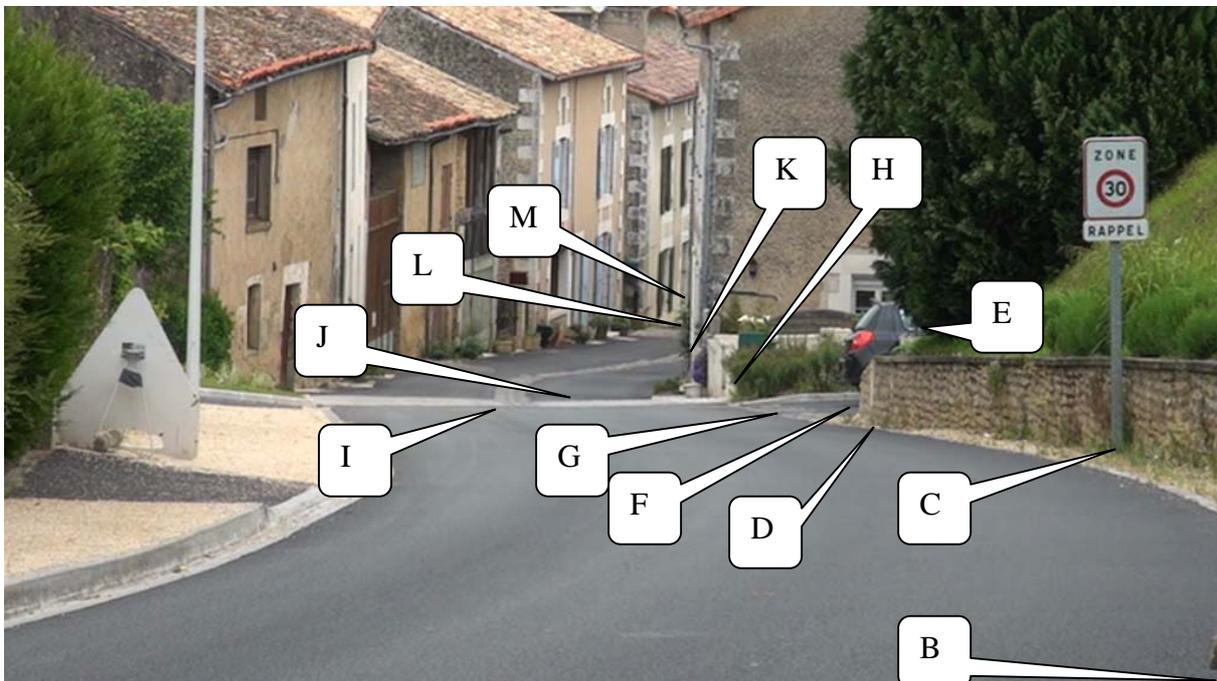


Figure 10 : Champ de vision du film N°1 situation « avant »

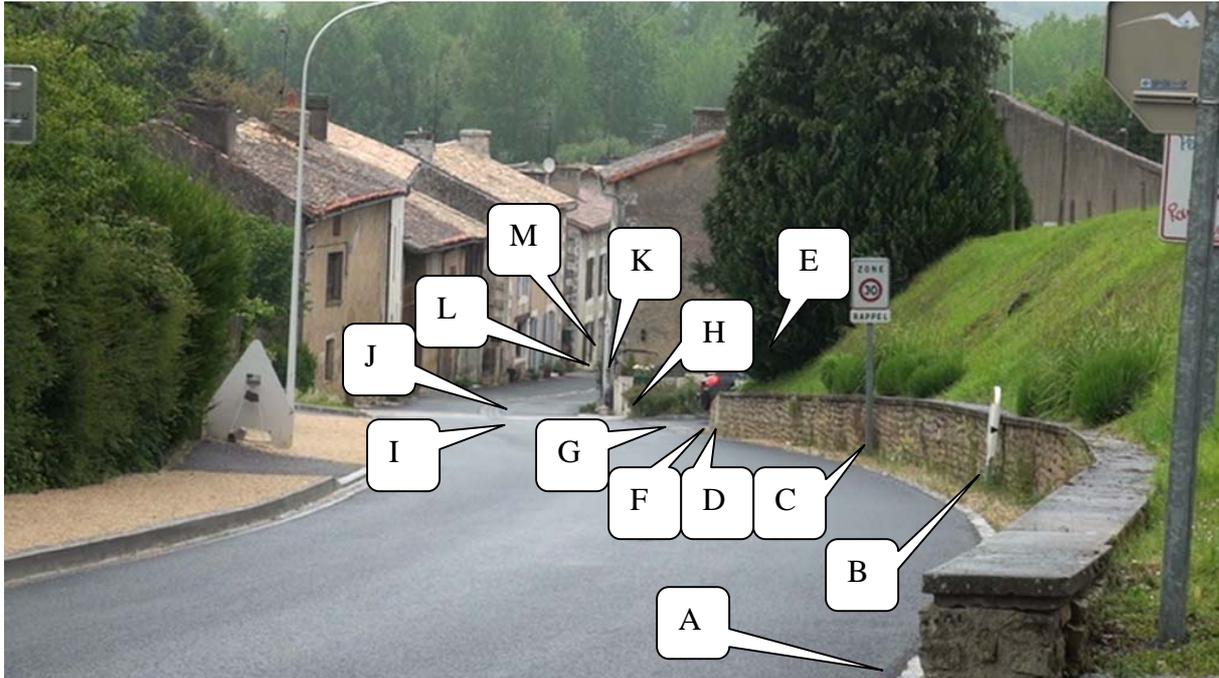


Figure 11 : Champ de vision du film N°2 situation « avant »



Figure 12 : Champ de vision du film de la situation « un mois après »



Figure 13 : Champ de vision du film de la situation « un an après »

Rappelons qu'en 2013 les observations des comportements des véhicules avec le feu ont été effectuées le 26 septembre, avec le réglage initial du fonctionnement du feu, différent donc du réglage définitif en place lors des observations de 2014.

VII. CONTEXTE TRAFIC ET MÉTÉO

Le principe d'évaluation par comparaison de mesures des indicateurs avant / après installation du feu nécessite de s'assurer que les variables de contexte qui pourraient avoir, indépendamment de la présence du feu, une influence forte sur la valeur des indicateurs mesurés, soient comparables.

Pour ce faire, nous vérifierons deux éléments caractéristiques : le niveau des débits journaliers et la météo.

Les débits journaliers sont ceux résultant des comptages et mesures de vitesses des matériels ZELT installés, les données météo étant recueillies a posteriori à partir du site Internet de stockage des informations statistiques de Météociel.

Comme indiqué ci-dessus, nous disposons de données de trafic sur trois semaines que nous présentons, pour une exploitation horaire dans le temps, en numérotant les journées L1 pour le premier lundi etc. La moyenne des trois semaines est indiquée dans la dernière abscisse Mo. La date indiquée en abscisse dans les graphiques présentés sera exprimée par la journée suivie de l'heure. Dans les graphiques d'évolution horaire, figurent en abscisse le N° du jour suivi de l'heure : par exemple 118 = premier lundi de 18h à 19h.

VII.1 DÉBITS OBSERVÉS

Dans chacune des périodes de trois semaines d'étude, environ 13000 véhicules ont été détectés dans le sens entrant dans le bourg. Cela représente une moyenne journalière de 630 véh/j « avant », 610 véh/j « un mois après » et 590 « un an après ».

VII.1.1 Débits journaliers

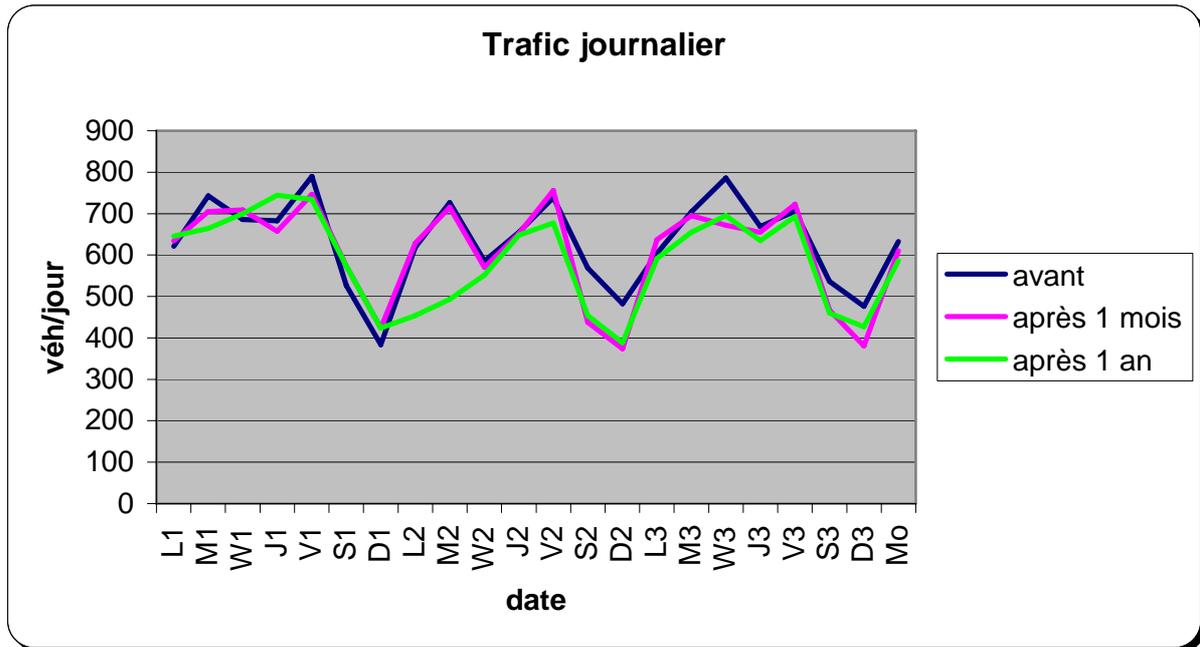


Figure 14 : évolution des débits journaliers dans le sens entrant

On constate une bonne cohérence des trafics journaliers entre les trois périodes, mis à part les lundi et mardi de la semaine 2 qui sont en vacances scolaires pour la campagne 2014.

On retrouve classiquement le profil hebdomadaire comprenant des vendredis chargés (700 à 800 véh/j) au contraire des dimanches (400 véh/jour).

VII.1.2 Évolution dans le temps des débits horaires

Nous avons tracé dans les Figure 15 pour le sens entrant et Figure 16 pour le sens sortant, l'évolution des débits horaires. Le sens « entrant » est le sens d'entrée dans le bourg, soumis au feu.

Ces graphiques nous montrent une forte concentration du trafic aux heures de pointe de rentrée des classes (8h-9h) où les débits atteignent régulièrement 100 véh/h. La pointe du soir est un peu plus étalée, la pointe de 16h à 17h affichant des débits autour de 80 véh/h. Pendant les périodes creuses de jour, les débits se situent plutôt entre 30 et 40 véh/h. Malgré la concentration, notamment à la pointe du matin, les débits paraissent compatibles avec les

plages de débits où, d'après les experts en la matière, le fonctionnement du feu vert récompense est le plus efficace.

On remarque également (cf. Figure 15) que les débits dans le sens de sortie du bourg sont plus faibles que dans le sens entrant (- 25 %).

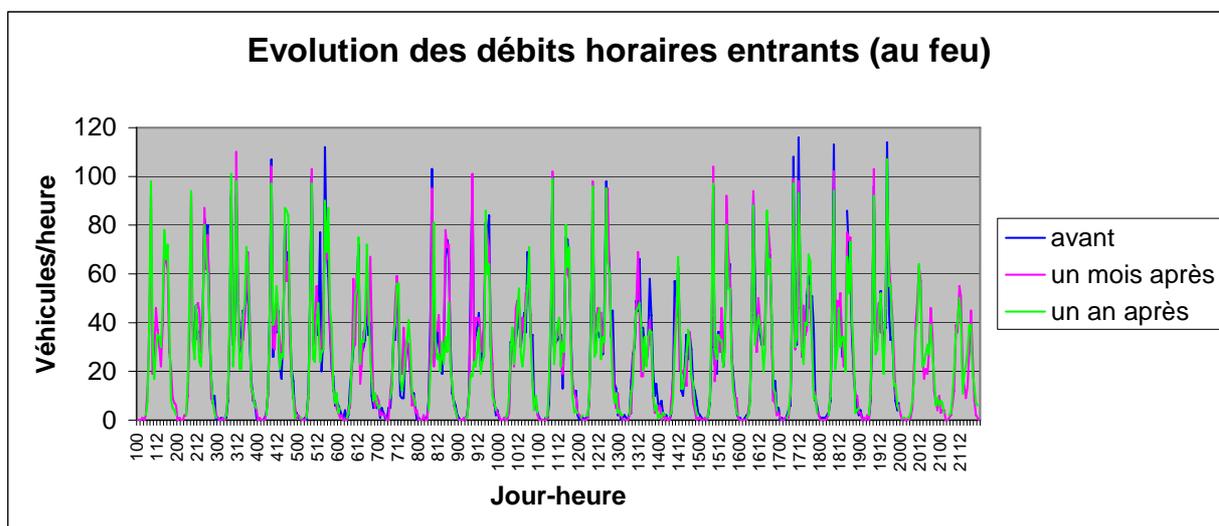


Figure 15 : évolution des débits horaires dans le sens entrant

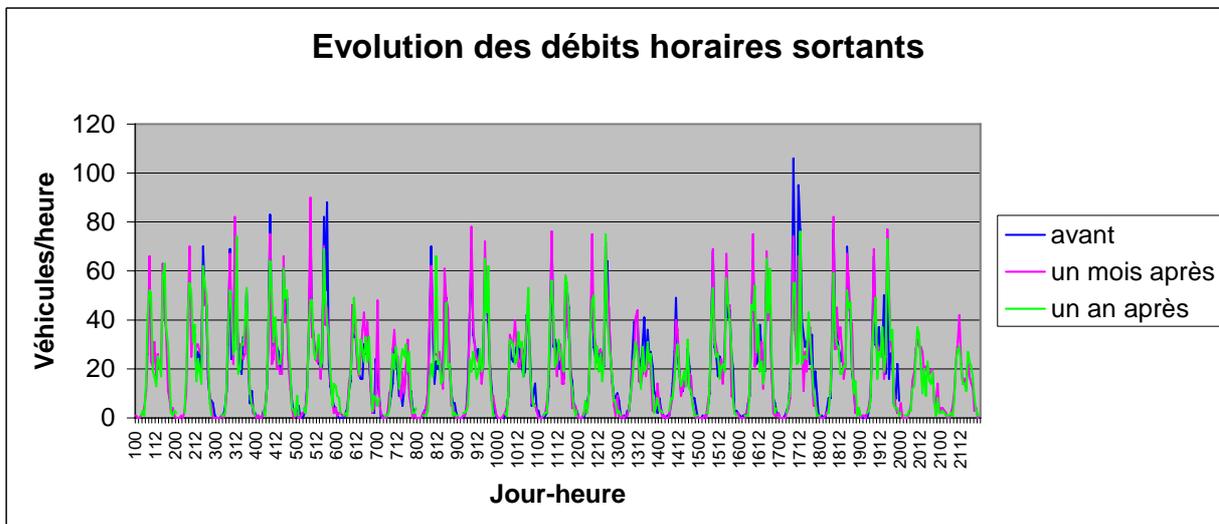


Figure 16 : évolution des débits horaires dans le sens sortant

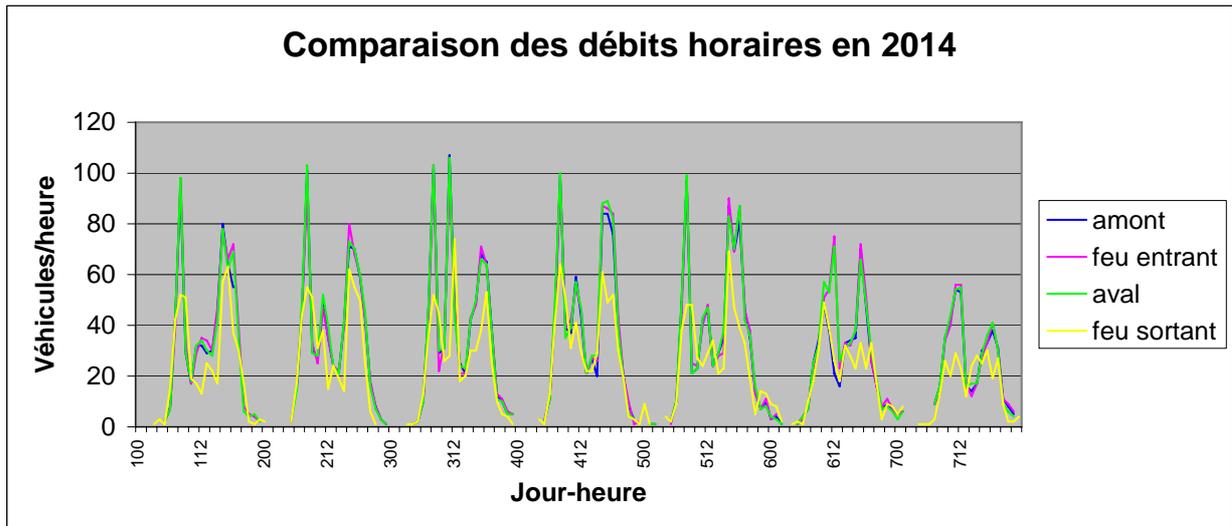


Figure 17 : comparaison des débits horaires en 2014

VII.13 Profils horaires

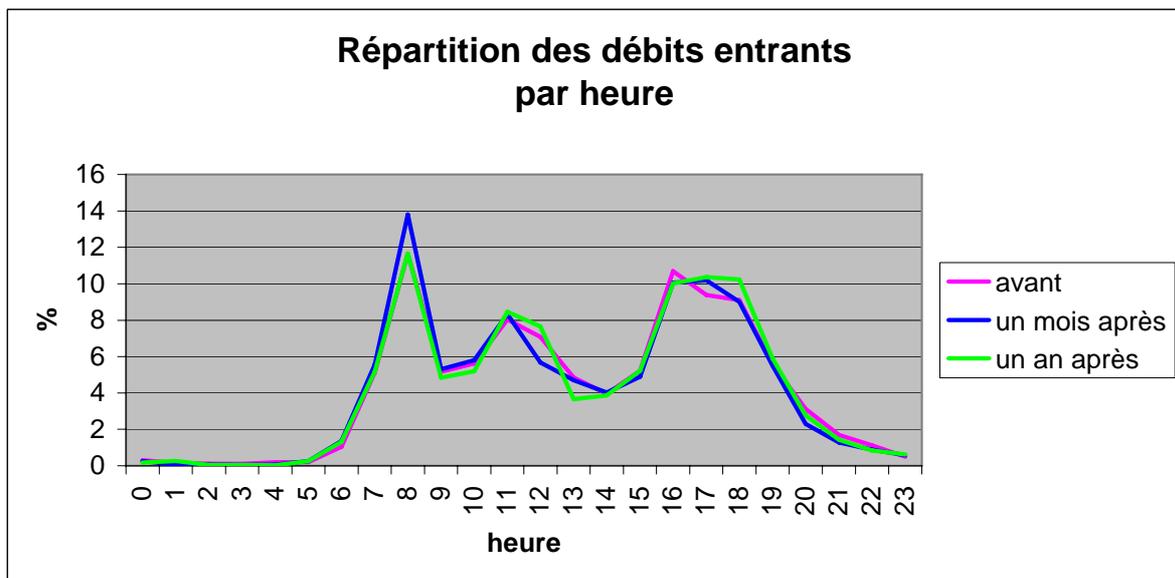


Figure 18 : Profils horaires moyens

La Figure 18 trace les profils journaliers moyens de débits calculés en moyenne des débits de l'heure considérée pour les journées disponibles dans chaque période, et exprimés dans ce graphique en pourcentage du trafic journalier. Elles confirment la cohérence des profils horaires des trois périodes « avant » et « après ».

VII.2 MÉTÉO

Période "avant"			Période "un mois après"			Période "un an après"		
date	heure (*)		date	heure (*)		date	heure (*)	
	pluie	brume / brouillard		pluie	brume / brouillard		pluie	brume / brouillard
30-mai	14à16, 20à23		26-sept	13, 14, 15	10, 11, 23	23-sept		
31-mai			27-sept		0à9	24-sept		9, 23
01-juin	20		28-sept	18à21		25-sept		0, 2à11
02-juin			29-sept	16		26-sept		4
03-juin			30-sept		0à6, 8	27-sept		
04-juin			01-oct			28-sept		
05-juin			02-oct	7, 8, 9	0, 1, 4à6	29-sept	2 à 10	
06-juin			03-oct	12		30-sept		1à5, 7à11
07-juin			04-oct	16, 17, 20	22, 23	08-oct	0à4, 9, 12, 17, 20, 21	
08-juin	17, 18, 20à22		05-oct			09-oct	4, 6à10, 17, 18	
09-juin	14, 15, 16, 18		06-oct			10-oct		0à11
10-juin		1, 3, 4, 5	07-oct			11-oct	0	4, 5
11-juin	5, 6, 8à11		08-oct			12-oct	12, 13	21, 23
12-juin	10, 11		09-oct			13-oct		0
13-juin	8à17		10-oct	9, 10		14-oct		
14-juin		4, 5	11-oct	15, 16, 21, 22		15-oct	12à15	10
15-juin			12-oct	4, 5, 8, 9, 10		16-oct	15à23	
16-juin			13-oct		0à11	17-oct	1	9à12
17-juin	19		14-oct	0, 2, 3, 4, 7, 16		18-oct		
18-juin	0, 2, 4à18, 21		15-oct	7à17		19-oct		
19-juin	1, 2, 6à8, 10, 11, 14à16	0	16-oct	1, 6, 7, 14, 15, 16	4	20-oct		4, 9
20-juin			17-oct		3à9	21-oct	13, 14	7, 8
Nombre total d'heures	64	7		56	48		44	50
Nombre d'heures entre 7h et 20h (**)	50	0		47	14		26	24

(*) limite inférieure de la tranche horaire ; (**) tranches 7 à 19)

Tableau 2 : Relevé des conditions météo défavorables

D'après nos relevés, pour ce qui concerne les heures de pluie, les situations de référence et « un mois après » étaient comparables (en moyenne 60 h de pluie en 3 semaines dont environ 50 dans la période 7h-20h, qui concentre plus de 90 % du trafic). Un an après, la pluie est moins fréquente dans l'ensemble (44 h en 3 semaines) mais surtout entre 7h et 20h où nous avons 2 fois moins d'heures de pluie que lors des campagnes précédentes. En revanche, il y a beaucoup plus d'heures de « jour » avec brume ou brouillard.

Dans la période de 3 semaines, l'on compte un nombre total d'heures avec conditions météo défavorables (pluie, brume ou brouillard) de 50 pour les situations « avant » et « un an après » et 61 pour la situation « un mois après ». On considèrera donc que les trois périodes de mesure sont homogènes en termes de conditions météo et que les comparaisons de moyennes des indicateurs calculés n'auront pas à être corrigées pour en tenir compte mais pourront éventuellement être interprétées par rapport au déficit de pluie en 2014.

VIII. VITESSES

VIII.1 ÉVOLUTION DANS LE TEMPS

Comme pour les débits, nous présentons les évolutions des vitesses moyennes horaires tout au long de la période de mesures, en comparant, pour chaque point de mesure, les séries de vitesses avant et un mois ou un an après installation du feu. Les abscisses indiquent le N° du jour suivi de l'heure. Rappelons que dans la période « un mois après » seule la dernière semaine correspond au réglage définitif du feu mais nous n'avons pas vu alors de différence significative dans les vitesses pratiquées.

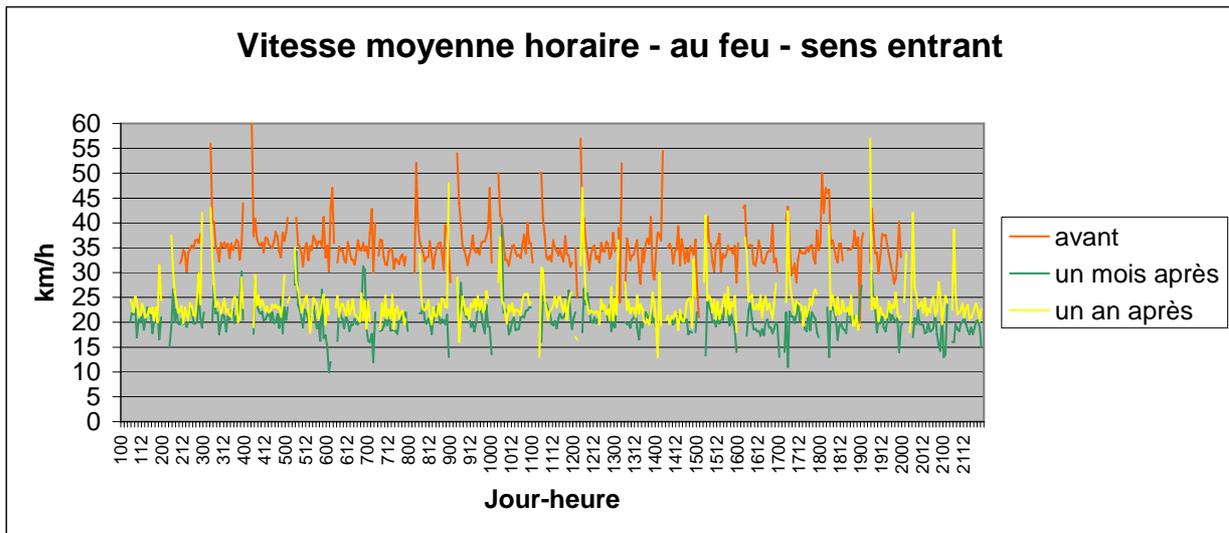


Figure 19 : Vitesse moyenne au feu en sens entrant

On peut voir, sur tous les graphiques, des points atypiques correspondant généralement à des heures de nuit où les moyennes ne concernent que quelques véhicules. Toutefois, au niveau du feu (cf. Figure 19) il apparaît que ces points sont bien moins fréquents un mois après l'installation du feu, et que les vitesses atteintes dans ces cas sont assez nettement inférieures à celles d'avant (maximum à 40 km/h au lieu de 60 km/h). Après un an on observe une tendance au retour vers la situation initiale avec des vitesses extrêmes presque aussi fréquentes et presque aussi élevées.

Le constat majeur, au niveau du feu, reste la réduction des vitesses moyennes de jour, dont on voit la stabilité dans chacune des périodes, oscillant avant l'installation du feu autour de 35 km/h puis autour de 20 km/h un mois après installation et se relâchant un an après entre 20 km/h et 25 km/h.

En amont du feu (cf. Figure 20), on vérifie également des profils semblables d'évolution des vitesses horaires avant et après installation du feu. L'amplitude des variations quotidiennes procurée par les valeurs extrêmes se réduit un mois après puis le phénomène s'inverse un an après, surtout du fait de l'apparition de valeurs atypiques basses. Si l'on exclut les heures de nuit, on peut dire que, dans leur majorité, les vitesses comprises avant dans une plage de 10 km/h d'amplitude ([32 km/h ; 42 km/h]), se resserrent dans une plage plus courte mais

également plus basse : [30 km/h ; 35 km/h] un mois après et même plutôt [27 km/h ; 32 km/h] après un an.

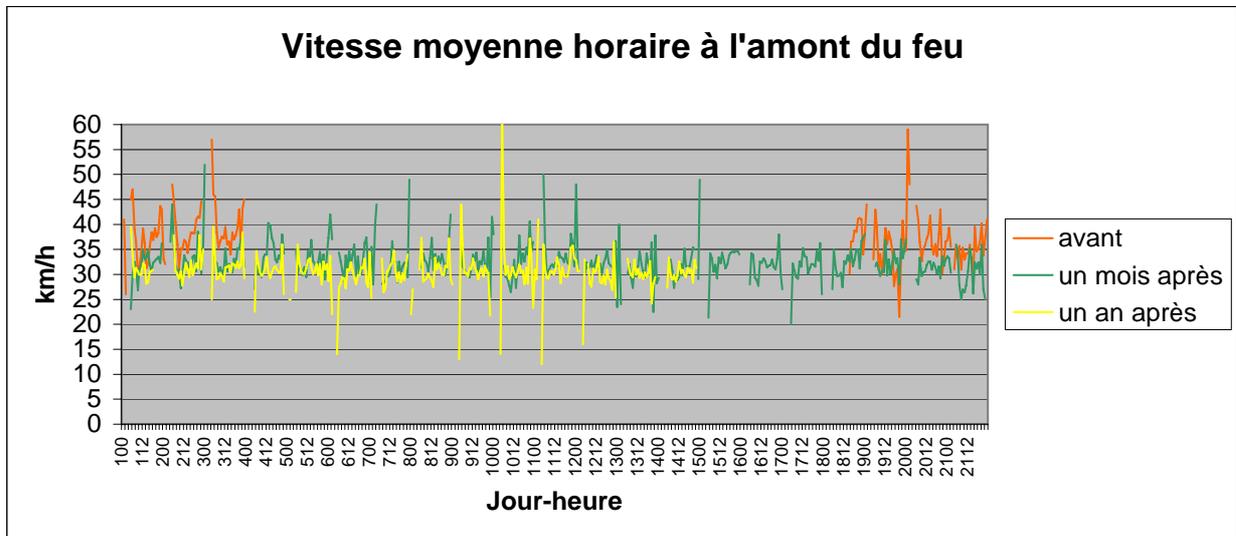


Figure 20 : Vitesse moyenne en amont du feu, sens entrant

À l'aval du feu (cf. Figure 21), au milieu de la chaussée partagée, on peut vérifier la constance des profils de vitesse, mais la baisse de la vitesse un mois après installation du feu apparaît bien moins nettement qu'à l'amont et le relâchement qui s'opère après un an ramène la vitesse à peine en dessous de sa valeur initiale.

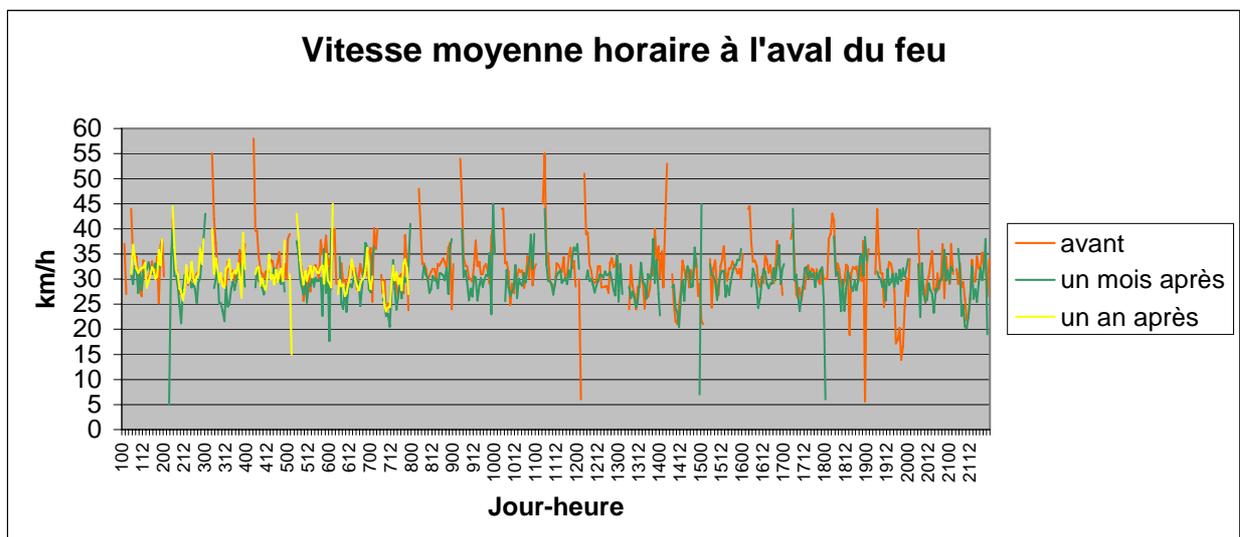


Figure 21 : Vitesse moyenne en aval du feu, sens entrant

La comparabilité des périodes de mesure avant / après est confirmée par l'observation des vitesses pratiquées en sens sortant, au niveau du feu, mais non soumises à celui-ci (cf. Figure 22). Il n'apparaît pas de modification significative à l'échelle de ce graphique.

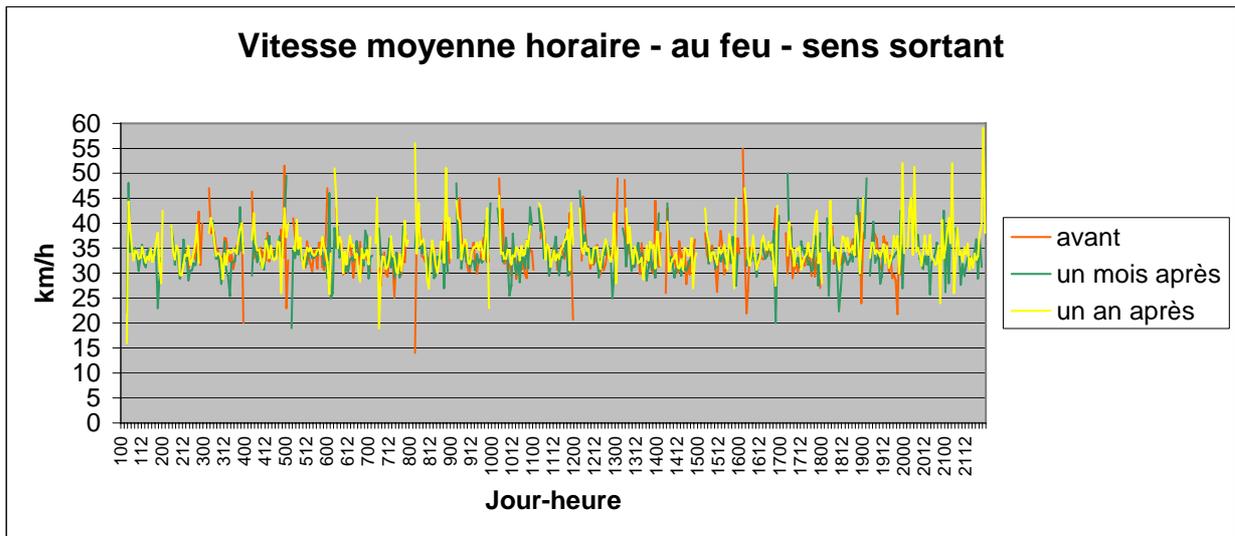


Figure 22 : Vitesse moyenne au niveau du feu, sens sortant

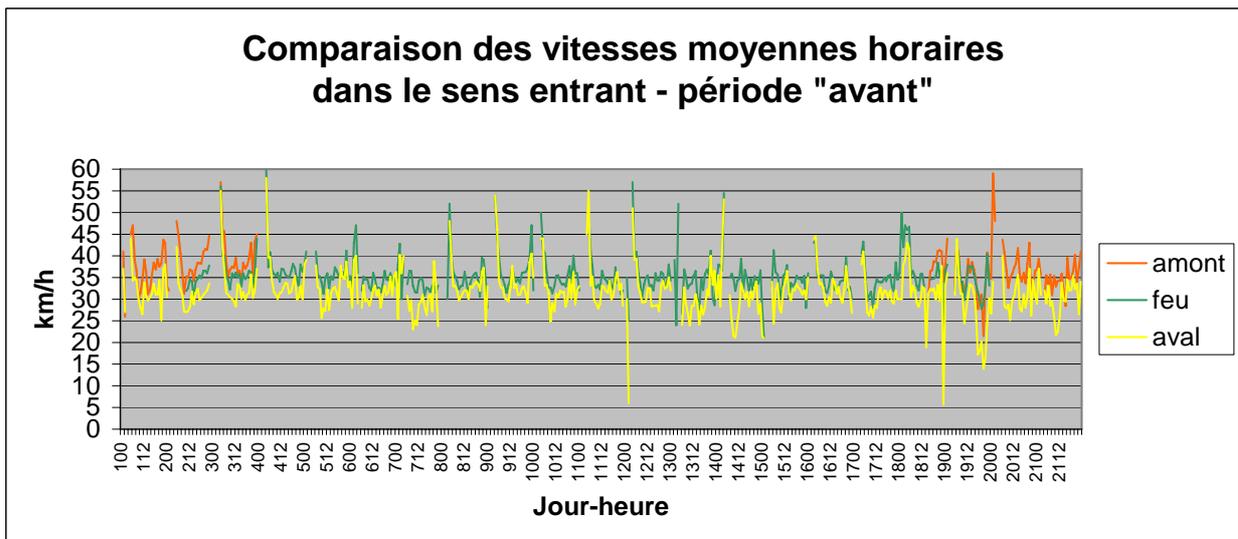


Figure 23 : comparaison des vitesses aux différents points, situation « avant »

La comparaison des vitesses sur les différents points de mesure du sens entrant montraient « avant » (cf. Figure 23) des écarts assez nets marquant la décélération progressive entre le point amont, le point situé au niveau du feu et le point aval. Un mois après mise en service du feu (cf. Figure 24), celui-ci implique une forte décélération, qui le place, avec des vitesses moyennes autour de 20 km/h, respectivement à 10 et 15 km/h en dessous des points aval et amont.

Un an après installation du feu la conjonction des légères tendances à la baisse à l'amont du feu et à la hausse à l'aval ramène ces deux points (amont et aval) sensiblement au même niveau autour de 30 km/h, soit à 5 à 10 km/h au-dessus de la vitesse pratiquée au niveau du feu.

De plus, quand on compare les vitesses dans les deux sens de circulation au niveau du feu, les constats s'inversent : « avant », la vitesse en sens entrant (en descente et hors chaussée partagée) était légèrement plus forte que celle pratiquée dans le sens sortant (en sortie de la chaussée partagée et à l'amorce de la montée). Avec le feu, la vitesse de franchissement de celui-ci passe environ 10 km/h en dessous de la vitesse pratiquée en sortie du bourg.

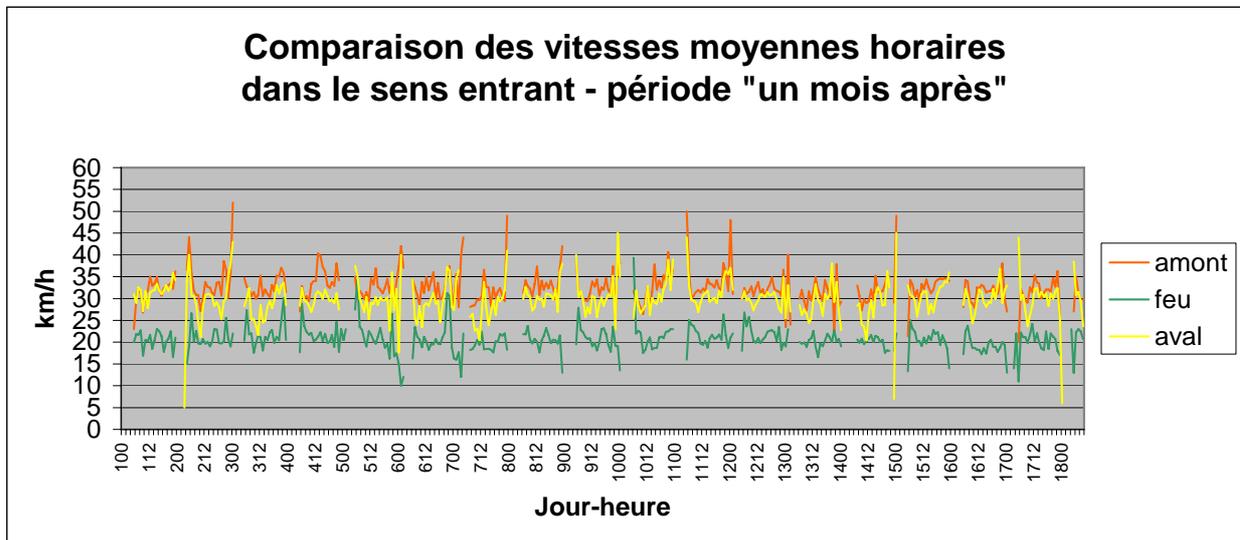


Figure 24 : comparaison des vitesses aux différents points, situation « un mois après »

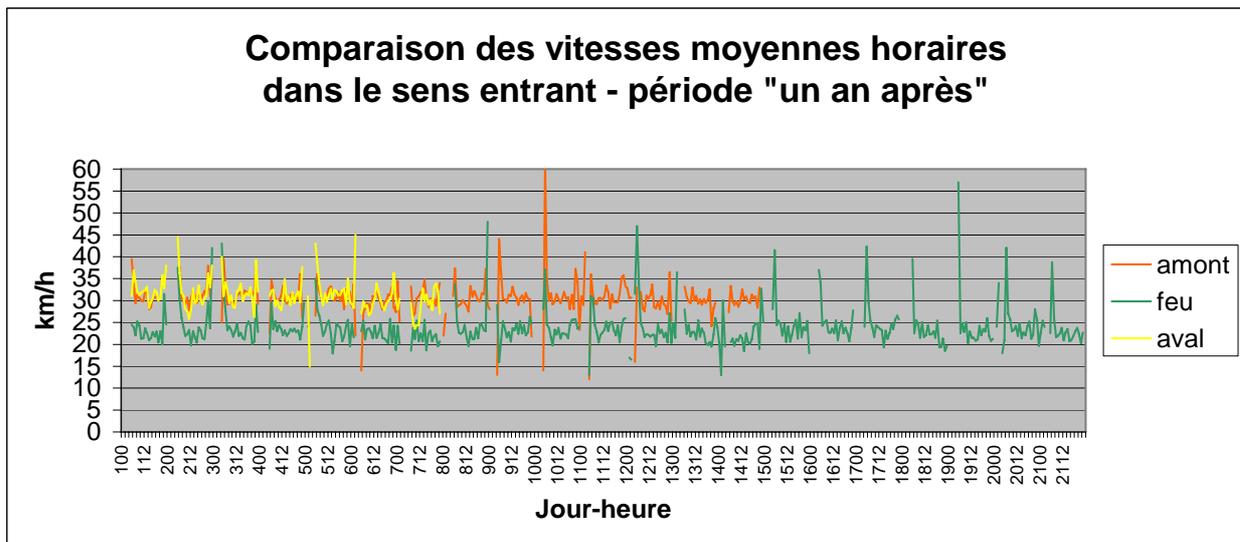


Figure 25 : comparaison des vitesses aux différents points, situation « un an après »

VIII.2 PROFILS HORAIRES

Les profils horaires des vitesses moyennes pratiquées sont présentés suivant les points de mesure et les périodes. Dans la situation « un mois après », nous ne conservons que les données correspondant à la période de réglage définitif du feu, identique à celui adopté dans la situation « un an après ».

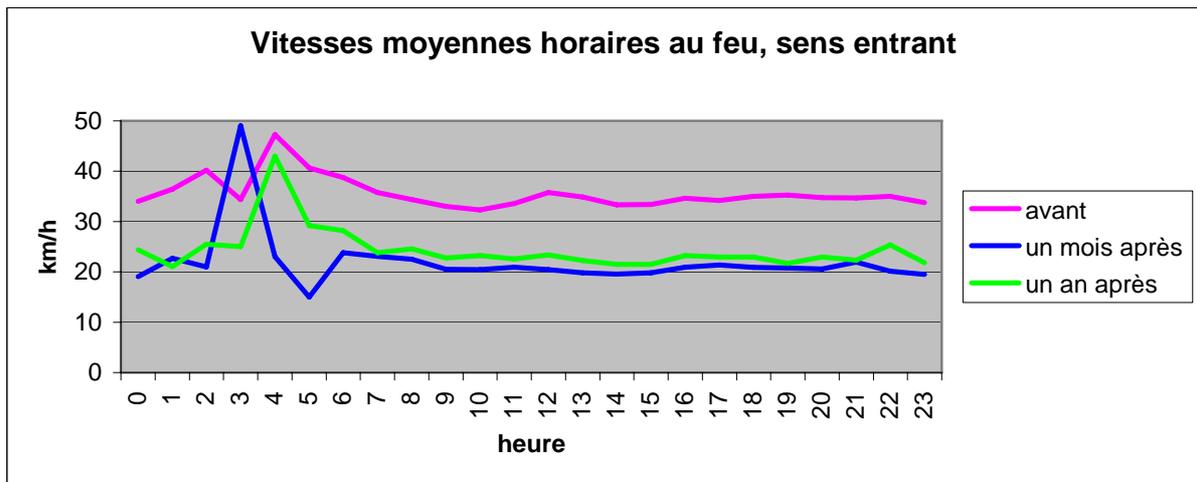


Figure 26 : vitesses moyennes horaires au feu, sens entrant

Comme le montre la Figure 26, pour le sens entrant au niveau du feu, en excluant les résultats aléatoires de la nuit, on voit que les variations horaires dans la journée ont tendance à légèrement diminuer avec le feu. La vitesse moyenne horaire se « cale » à environ 20 km/h un mois après l’installation du feu et entre 22 et 23 km/h un an après, avec seulement quelques dépassements (1 à 3 km/h) pendant les périodes de pointe (8h-9h ou 16h-17h). Ceci s’explique sans doute par le fait que pendant les périodes de pointe, les véhicules arrivent par groupes avec un écart souvent suffisamment faible pour que les véhicules suivants profitent du feu vert obtenu par le véhicule de tête au prix d’une réduction plus forte de sa vitesse. Dans la situation de référence, c’était plutôt l’inverse qui se produisait, c’est-à-dire des vitesses plutôt plus faibles en pointe.

On retiendra en résumé, une relative constance des vitesses au long de la journée, l’installation du feu ayant pour effet de les réduire d’environ 35 km/h à 20 km/h un mois après, situation se relâchant entre 22 et 23 km/h au bout d’un an.

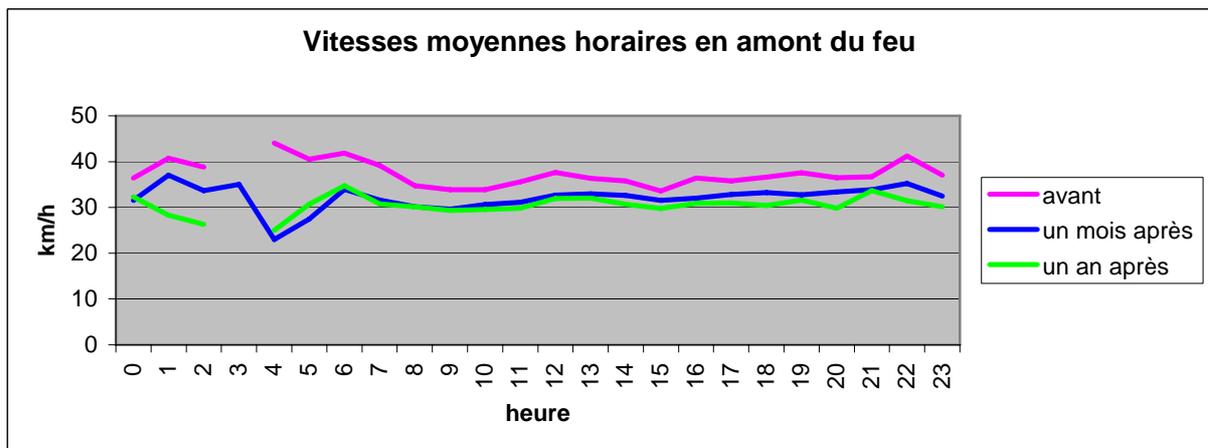


Figure 27 : vitesses moyennes horaires à l’amont du feu, sens entrant

En amont du feu (cf. Figure 27), la période du matin (8h-10h) voit des vitesses plus basses que les autres périodes de jour, avant comme après installation du feu. La situation stabilisée après un an se traduit, de jour, par une baisse d'environ 4 km/h par rapport à la situation de référence. La prise de conscience du réglage du fonctionnement du feu semble avoir permis, entre la situation un mois après et la situation définitive, un gain supplémentaire de 1 à 2 km/h, mais ceci uniquement dans les périodes hors pointe du matin.

À l'aval du feu (cf. Figure 28), pendant la période diurne, les profils horaires des vitesses avant / après sont tout à fait parallèles. Les quelques différences remarquées à la pointe du matin, se traduisent par une baisse de vitesse d'environ 1 km/h un mois après mais la tendance s'inverse un an après pour atteindre au final une valeur d'environ 1 km au-dessus de la situation de référence.

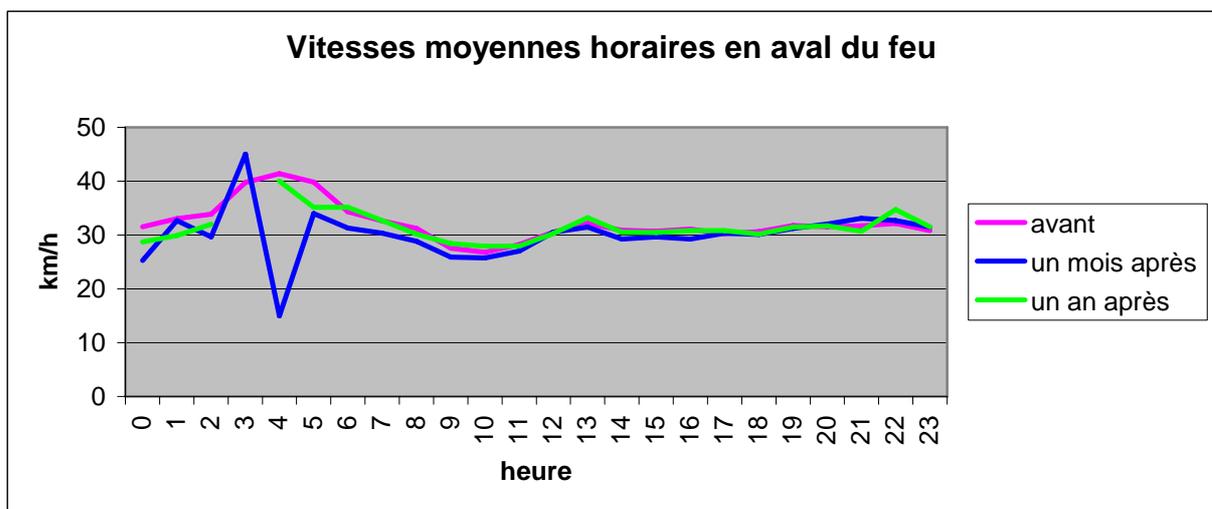


Figure 28 : vitesses moyennes horaires à l'aval du feu, sens entrant

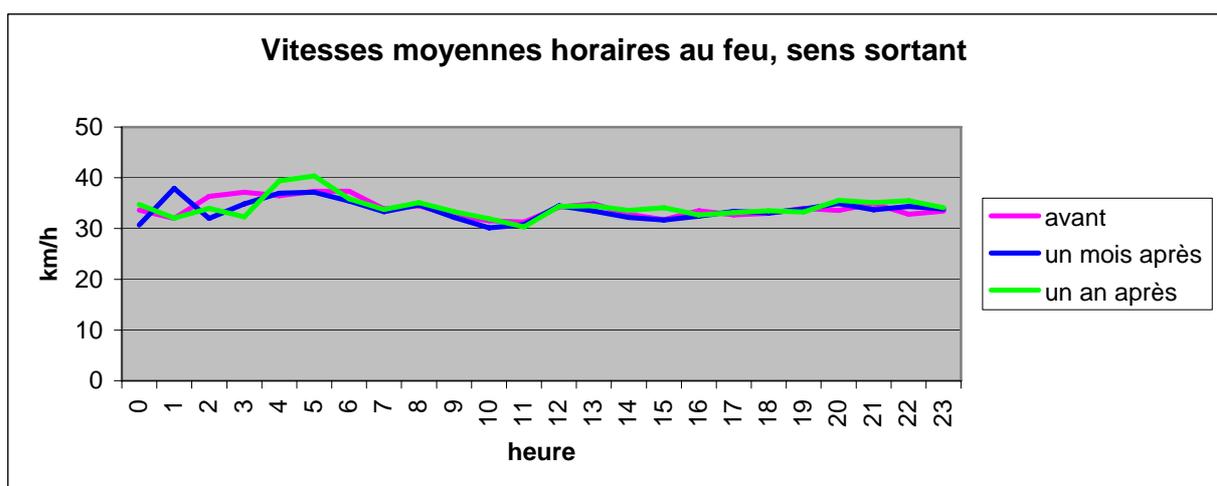


Figure 29 : vitesses moyennes horaires au niveau du feu, sens sortant

La Figure 29 confirme l'absence de modification du profil des vitesses dans le sens sortant du bourg.

En résumé, comme le montrent la Figure 30, la Figure 31 et la Figure 32, on constate des profils journaliers de vitesse affichant des valeurs classiquement plus élevées la nuit (pouvant atteindre 40 à 45 km/h) et plus faibles dans la matinée (9h – 11h) que le reste de la journée où elles sont assez constantes.

Dans la situation de référence « avant », les écarts entre les différents points de mesure sont assez réguliers, autour de 2 km/h entre l'amont et le feu et 4 km/h entre le feu et l'aval. Les moyennes classiques de jour se situent respectivement autour de 36 km/h à l'amont, 34 km/h au niveau du feu et 30 km/h à l'aval.

Un mois après l'installation du feu, la vitesse est réduite fortement au franchissement du feu (- 15 km/h pour atteindre 20 km/h), mais plus modérément à l'amont du feu (- 4 km/h) et à l'aval dans la chaussée partagée (- 1 km/h).

L'évolution après un an, symbolisée par une réduction des vitesses à l'amont et un relâchement au feu ou en aval amène à une image « moyenne » la plus fréquente de la vitesse de jour du type 30 km/h à l'amont et à l'aval et 22 km/h au niveau du feu.

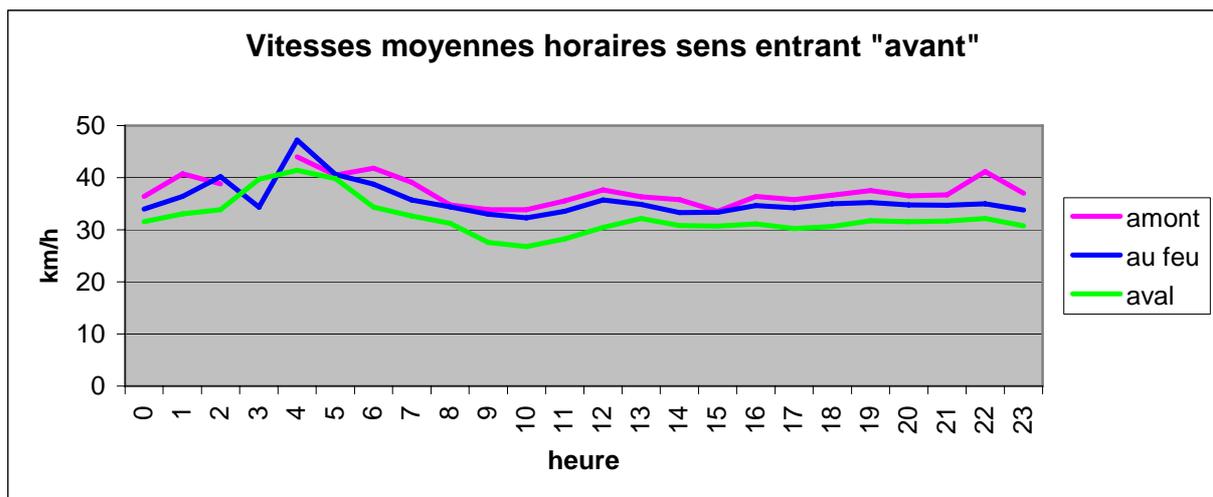


Figure 30 : comparaison des vitesses moyennes horaires aux différents points, situation « avant »

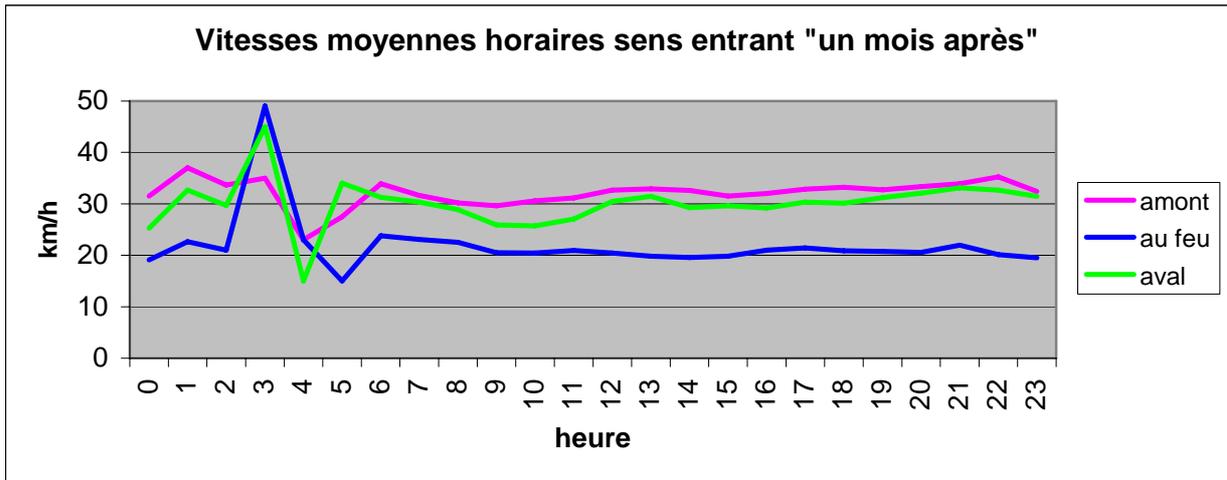


Figure 31 : comparaison des vitesses moyennes horaires aux différents points, situation « un mois après »

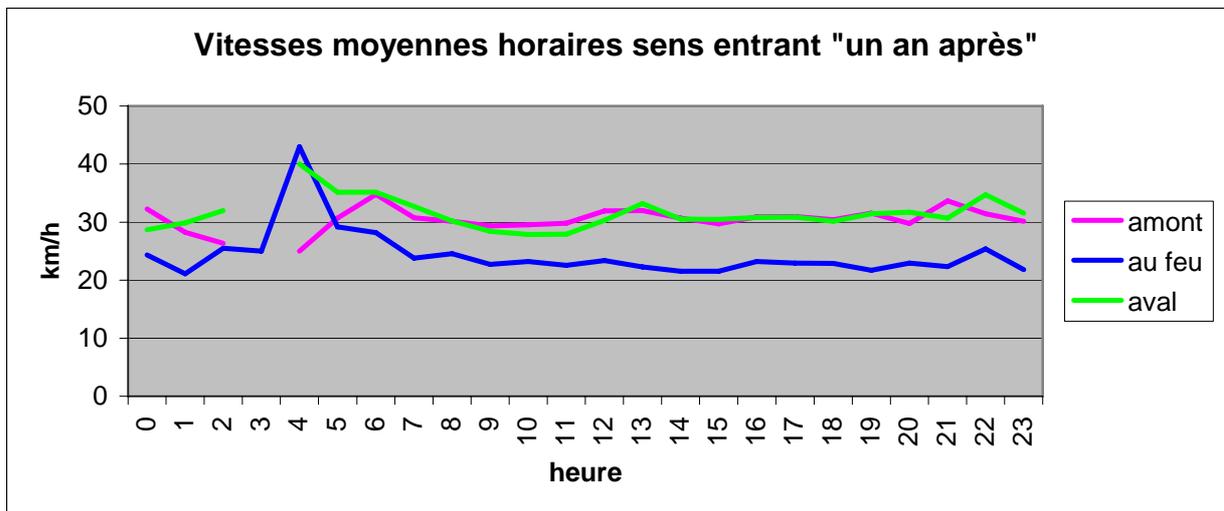


Figure 32 : comparaison des vitesses moyennes horaires aux différents points, situation « un an après »

VIII.3 RÉPARTITION DES VITESSES

La disponibilité des données individuelles des véhicules permet d'établir des graphiques de répartition des véhicules par tranche de vitesse dont l'amplitude a été choisie à 5 km/h. Les Figure 33 à Figure 39 montrent la répartition en pourcentage de l'ensemble des véhicules selon les différents points et les différentes périodes. Les Figure 40 à Figure 42 montrent ces mêmes répartitions mais cumulées pour les 3 points de mesure du sens entrant (amont, feu et aval).

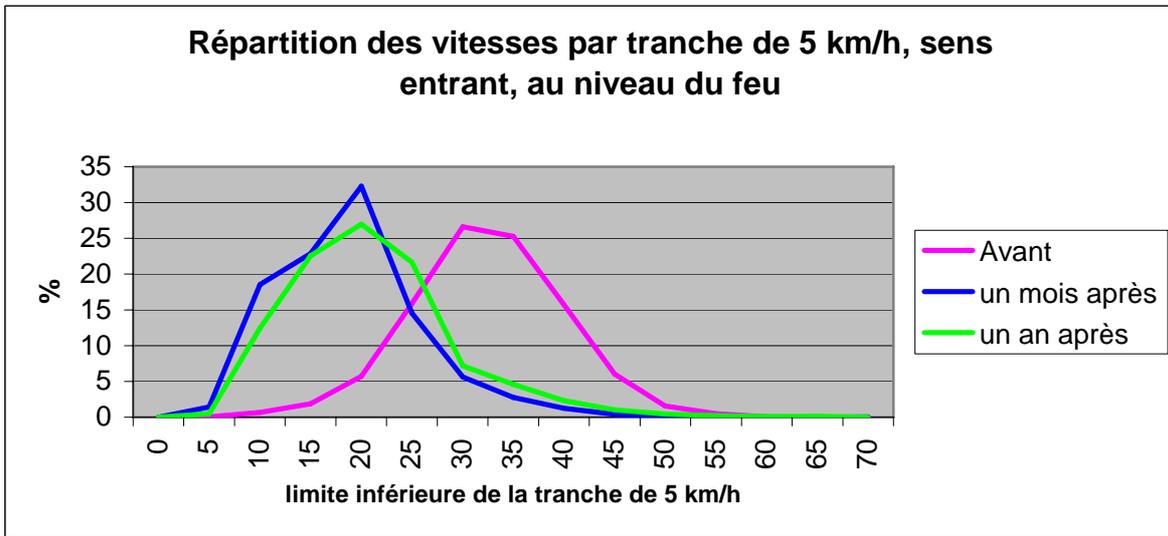


Figure 33 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h au feu, en sens entrant

Le décalage latéral des courbes de répartition des différents points de mesure confirme les écarts observés précédemment entre les différents points, faisant apparaître clairement l'impact du feu et la décélération des véhicules dans le sens entrant dans le bourg et notamment à l'approche du feu.

Au niveau du feu, on constate que la distribution était légèrement plus étalée dans la période « avant », avec un pic dans les tranches [30 km/h ; 35 km/h] et [35 km/h ; 40 km/h]. Dans la période « après », le pic de la distribution des vitesses se décale d'au moins 10 km/h. Il se situe dans la tranche [20 km/h ; 25 km/h] mais un an après, en 2014, le pic s'étale largement entre 15 km/h et 30 km/h.

En amont du feu, la distribution, précédemment symétrique autour d'un pic dans la tranche [35 km/h ; 40 km/h] se décale et s'écrête par un palier dans deux tranches consécutives entre 25 km/h et 35 km/h. On observe après un an un léger décalage supplémentaire vers les basses vitesses.

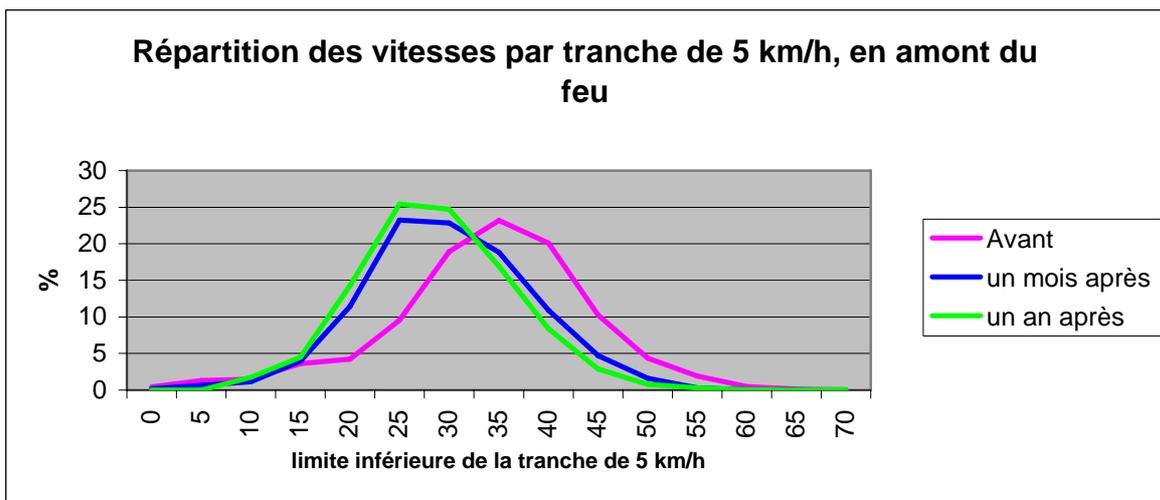


Figure 34 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en amont du feu, en sens entrant

A l'aval du feu, la déformation des distributions de vitesses est similaire : d'une distribution symétrique autour d'un pic à [30 km/h ; 35 km/h], on passe à une distribution avec un pic étalé dans la tranche [25 km/h ; 30 km/h] mais aussi dans la tranche [30 km/h ; 35 km/h]. Un très léger décalage dans le sens d'une augmentation des vitesses s'opère après un an.

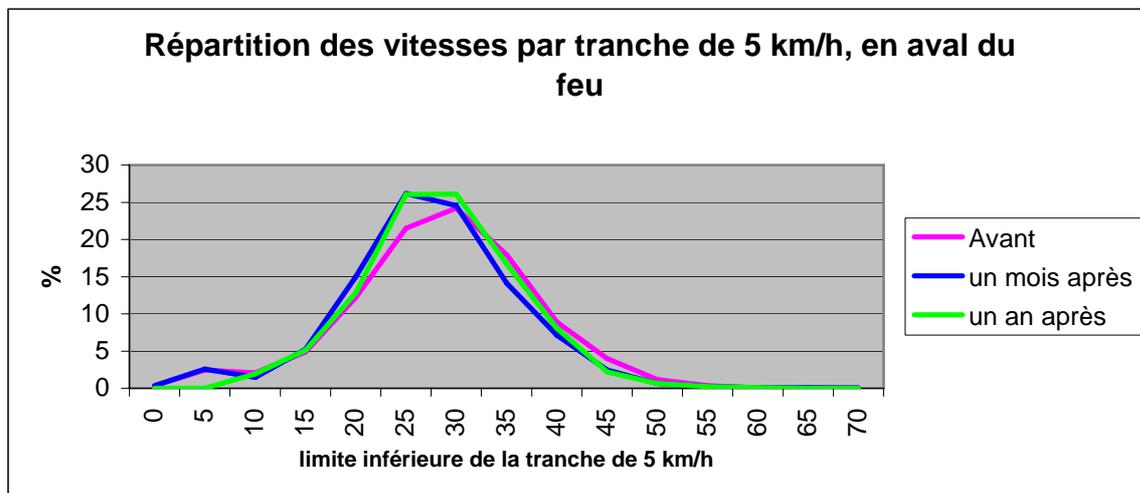


Figure 35 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en aval du feu, en sens entrant

Dans le sens sortant, on remarque « un mois après » une très légère baisse de la fréquence des vitesses dans le pic de la distribution ([30 km/h ; 35 km/h]) au profit des tranches inférieures (15 à 25 km/h) mais un an après la situation se rétablit quasiment à l'identique de la situation de référence.

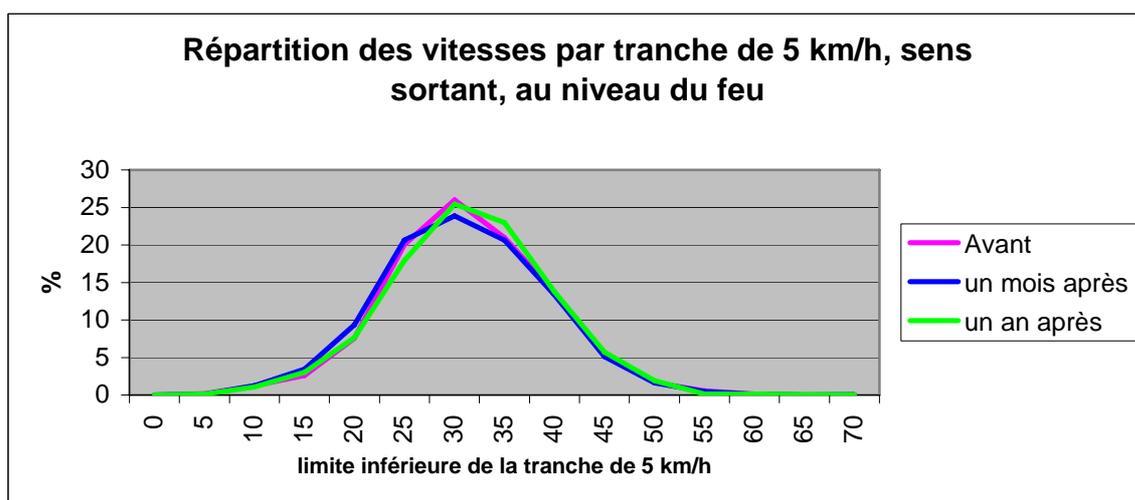


Figure 36 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h au niveau du feu, en sens sortant

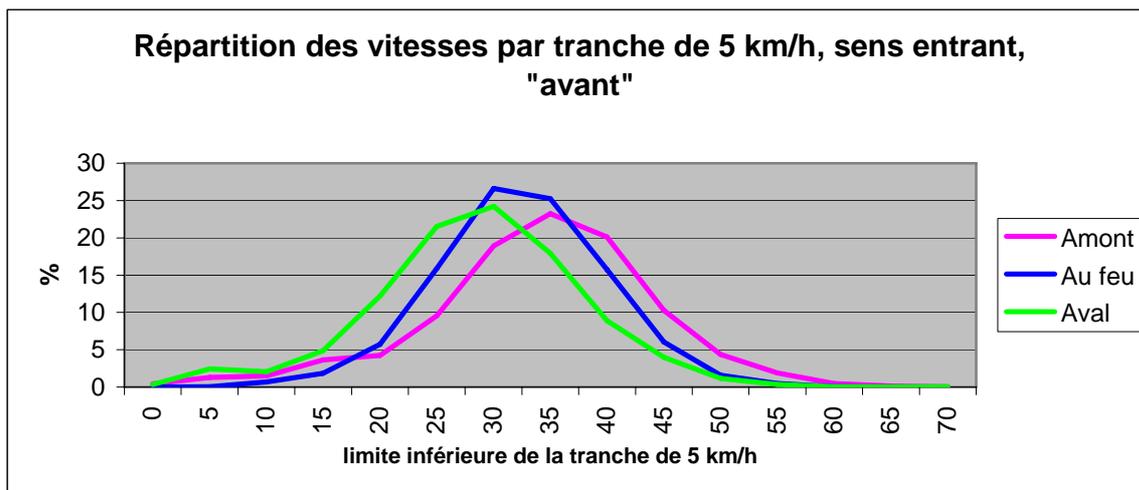


Figure 37 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en sens entrant, période « avant »

Après mise en service du feu, les répartitions des vitesses des points amont et aval se rapprochent, au contraire de celle du feu, qui elle s'écarte nettement vers des vitesses plus faibles. Après un an les répartitions à l'amont et l'aval sont quasiment identiques.

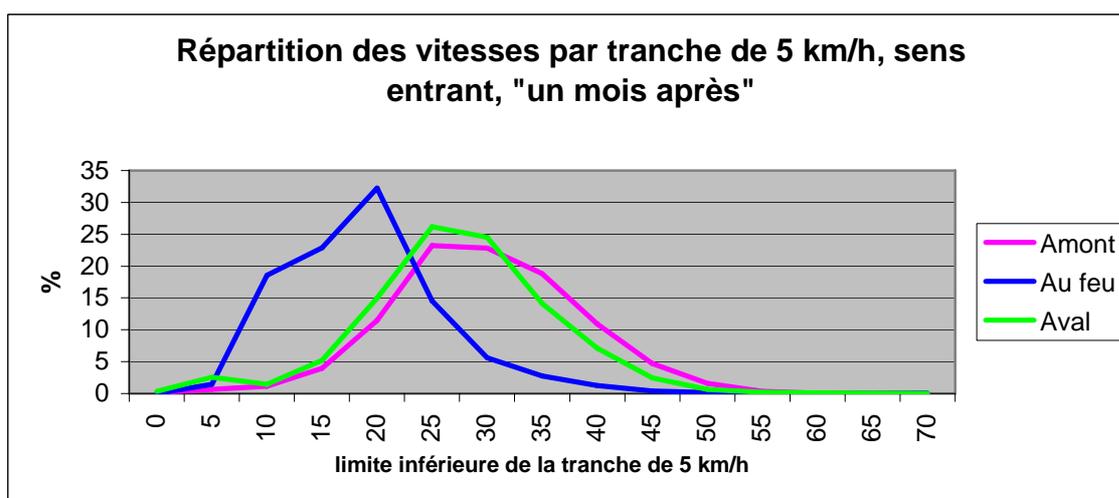


Figure 38 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en sens entrant, période « un mois après »

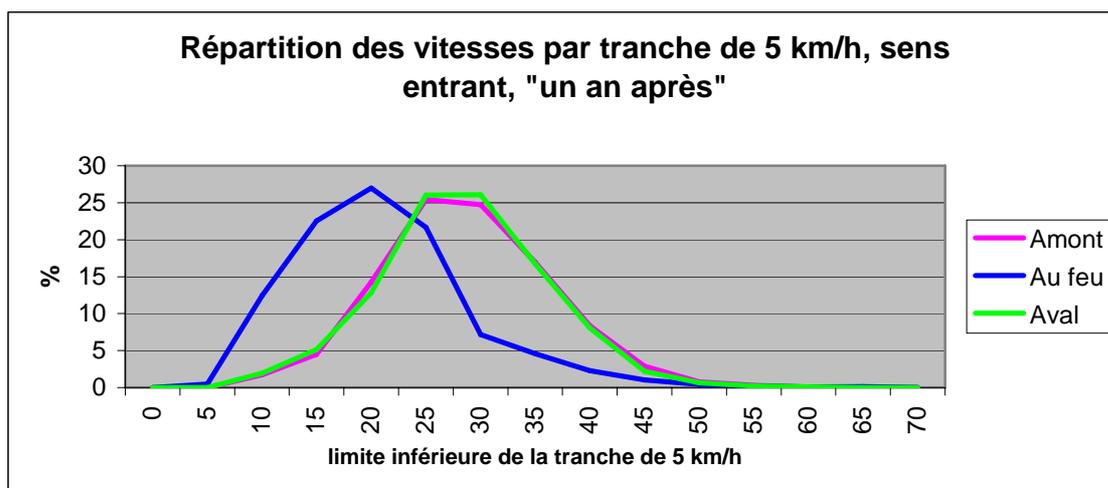


Figure 39 : Répartition des vitesses par tranche de 5 km/h en sens entrant, période « un an après »

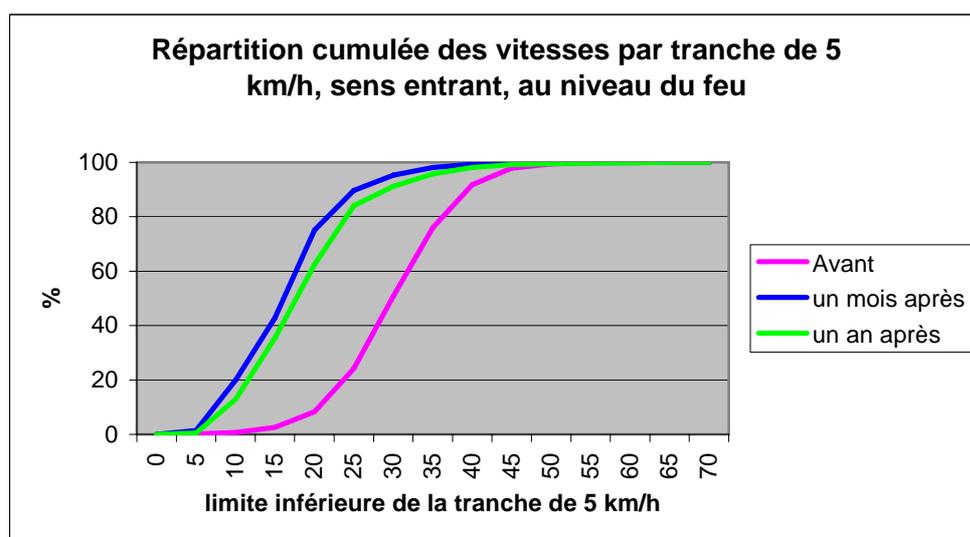


Figure 40 : Répartition cumulée des vitesses par tranche de 5km/h, au niveau du feu (sens entrant)

Les graphiques de répartition cumulée des vitesses (Figure 40 à Figure 42) permettent de lire directement le pourcentage de véhicules respectant la vitesse limite. On peut lire ainsi que le pourcentage de vitesses inférieures à 30 km/h est passé :

- en amont du feu de 21 % à 41 % après un mois et 46 % après un an ;
- au niveau du feu de 24 % à 90 % après un mois et 84 % après un an ;
- en aval du feu de 43 % à 51 % après un mois et 46 % après un an.

En accordant la traditionnelle marge de tolérance de 5 km/h, on ne compterait plus, en situation stable après mise en service du feu (et donc par rapport à une limite de 35 km/h) que 39 % d'infractions au point amont, 9 % d'infractions au niveau du feu et 38 % à l'aval au milieu de la chaussée partagée.

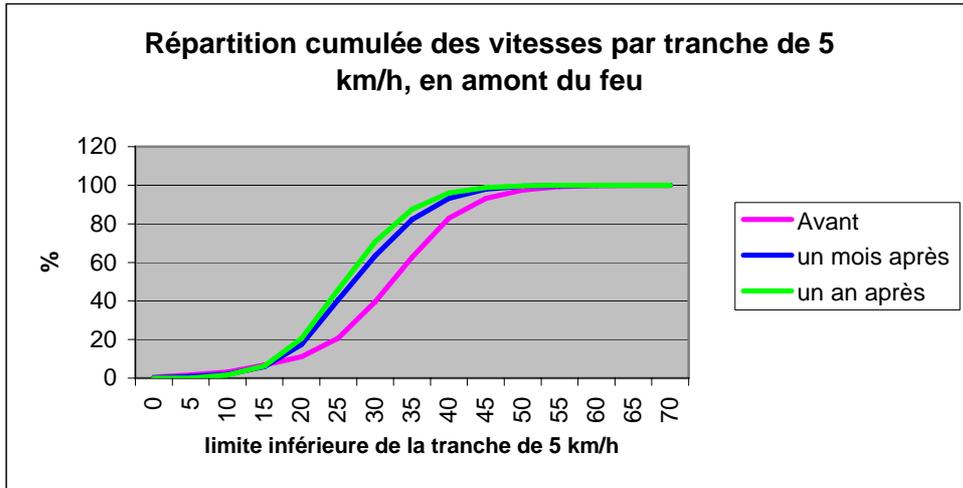


Figure 41 : Répartition cumulée des vitesses par tranche de 5km/h, en amont du feu (sens entrant)

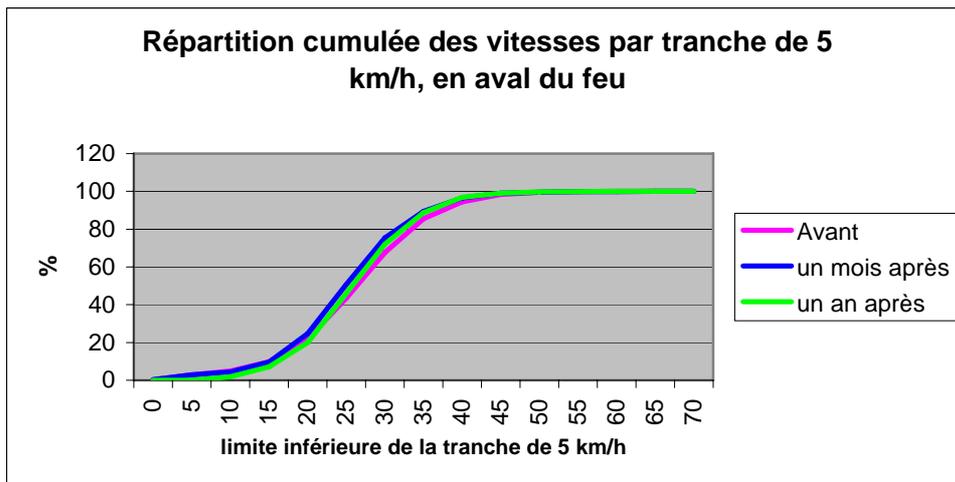


Figure 42 : Répartition cumulée des vitesses par tranche de 5km/h, en aval du feu (sens entrant)

VIII.4 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DES VITESSES

Synthèse de l'analyse des vitesses				
Point	Amont	Entrée feu	Sortie feu	Aval
Vitesse moyenne				
Avant (km/h)	36,1	34,5	33,3	30,5
Après un mois (km/h)	31,9	21,1	32,9	29,3
Après un an (km/h)	30,6	23,1	33,5	30,4
évolution après 1 an / après 1 mois en km/h	-1,2	2,0	0,6	1,1
évolution après un an / avant en km/h	-5,5	-11,4	0,2	-0,1
évolution après 1 an / après 1 mois en %	-3,9	9,4	1,8	3,7
évolution après un an / avant en %	-15,2	-33,0	0,6	-0,4
Pourcentage de véhicules à plus de 30 km/h				
Avant (%)	79,6	75,8	68,4	56,7
Après 1 mois (%)	59,4	10,3	65,2	49,2
Après 1 an (%)	54,1	15,9	70,2	54,1
évolution après 1 an / après 1 mois en points	-5,3	5,6	4,9	4,8
évolution après 1 an / avant en points	-25,5	-59,9	1,8	-2,6

Tableau 3 : Synthèse de l'analyse des vitesses

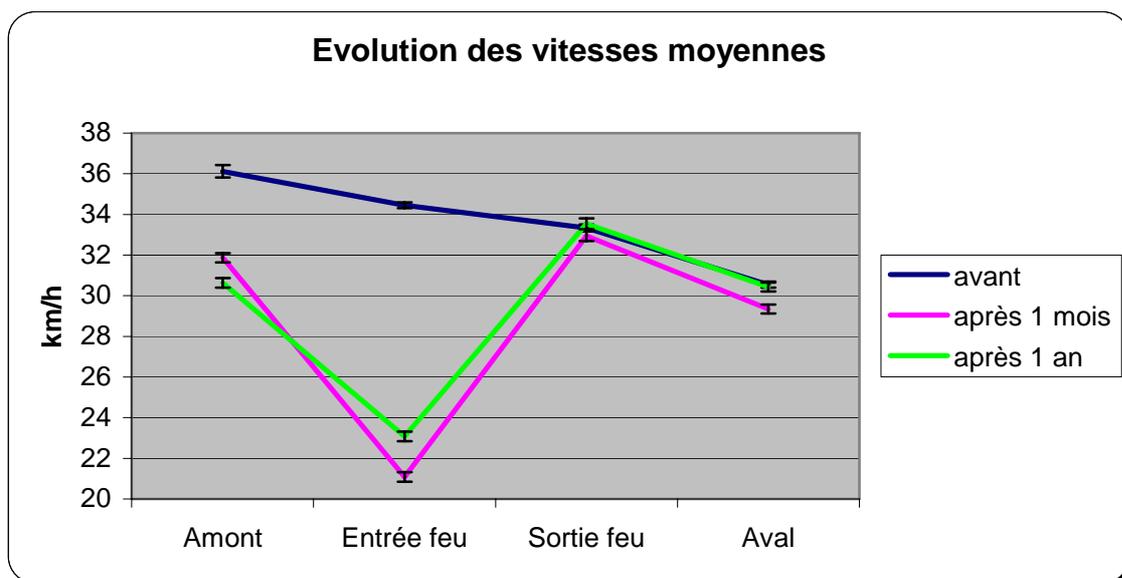


Figure 43 : Vitesses moyennes aux différents points

L'évolution des vitesses moyennes après installation du feu se résume par ce qui suit :

- à 50 m en amont du feu, baisse de **36,1 km/h** (I.C.⁷ [35,8 ; 36,4]) à **31,9 km/h** (I.C. [31,6 ; 32,1]) après un mois et **30,6 km/h** après un an (I.C. [30,4 ; 30,9]), soit un impact global de **- 5,5 km/h ou 15 %** ;
- au niveau du feu, baisse de **34,5 km/h** (I.C. [34,3 ; 34,6]) à **21,1 km/h** (I.C. [20,9 ; 21,3]) après un mois et **23,1 km/h** après un an (I.C. [22,8 ; 23,3]), soit un impact global de **- 11,4 km/h ou 33 %** ;
- 130 m environ à l'aval du feu, baisse de **30,5 km/h** (I.C. [30,4 ; 30,7]) à **29,3 km/h** (I.C. [29,1 ; 29,6]) après un mois et **30,4 km/h** après un an (I.C. [30,2 ; 30,6]), soit globalement une **stabilité** des vitesses (- 0,1 km/h ou 0,4 %).

Vu le grand nombre de mesures et le peu de dispersion des valeurs individuelles des vitesses, les intervalles de confiance à 95 % des moyennes énoncées sont réduits et ne se recouvrent pas entre les différentes périodes de mesure sauf entre la période avant et la période après un an à l'aval du feu et en sens sortant. On peut vérifier également, au travers du test statistique de l'hypothèse d'égalité des moyennes dont nous n'avons pas donné ici le détail des calculs, que pour tous les points, les différences mesurées avant / après sont statistiquement significatives, sauf pour les deux cas de comparaison cités ci-dessus qui confirment donc le retour après un an à la situation initiale en sens sortant et à l'aval du feu au milieu de la chaussée partagée.

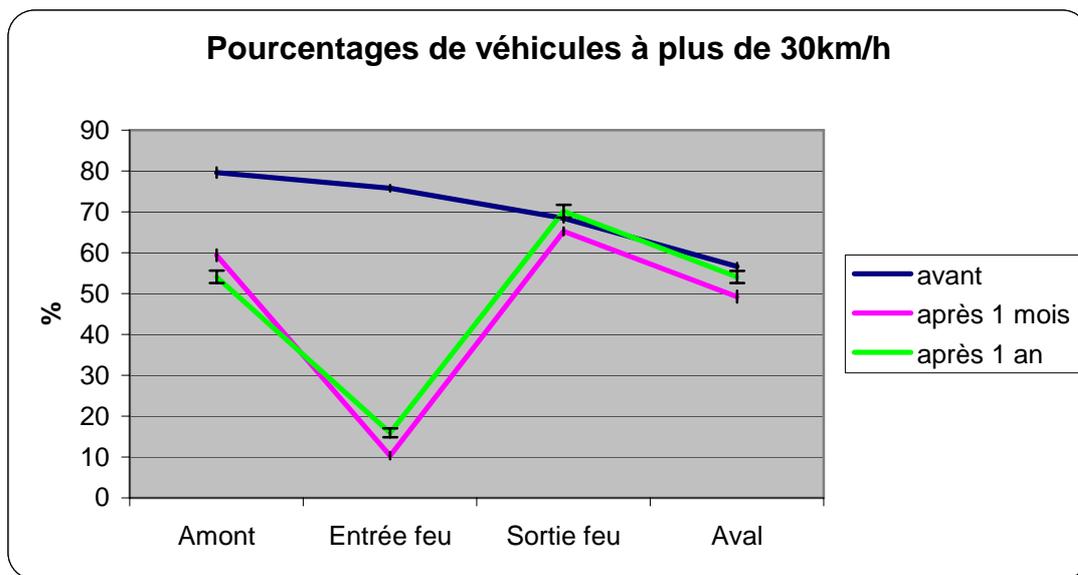


Figure 44 : Pourcentage de véhicules à plus de 30 km/h, aux différents points

⁷ intervalle de confiance à 95 %

L'évolution du pourcentage de véhicules dépassant 30 km/h se résume comme suit :

- à 50 m en amont du feu, on passe de **80 %** (I.C⁷. [78,4 ; 80,8]) à **59 %** (I.C. [58,0 ; 60,8]) après un mois et **54 %** (I.C. [52,6 ; 55,6]) après un an, soit – **26 points** ;
- au niveau du feu, on passe de **76 %** (I.C⁷. [75,0 ; 76,6]) à **10 %** (I.C. [9,4 ; 11,2]) après un mois et **16 %** (I.C. [14,9 ; 17,0]) après un an, soit – **60 points** ;
- 130 m environ à l'aval du feu, on passe de **57 %** (I.C⁷. [55,8 ; 57,5]) à **49 %** (I.C. [47,8 ; 50,7]) après un mois et **54 %** (I.C. [52,6 ; 55,5]) après un an, soit – **3 points**.

IX. FONCTIONNEMENT ET FRANCHISSEMENTS DU FEU

Les comparaisons établies entre 2013, un mois après installation du feu et 2014, un an après, s'entendent à réglage du feu équivalent, c'est-à-dire le réglage définitif pénalisant pour les véhicules en sur-vitesse à l'amont du feu.

IX.1 DURÉES DES PHASES DE FEU

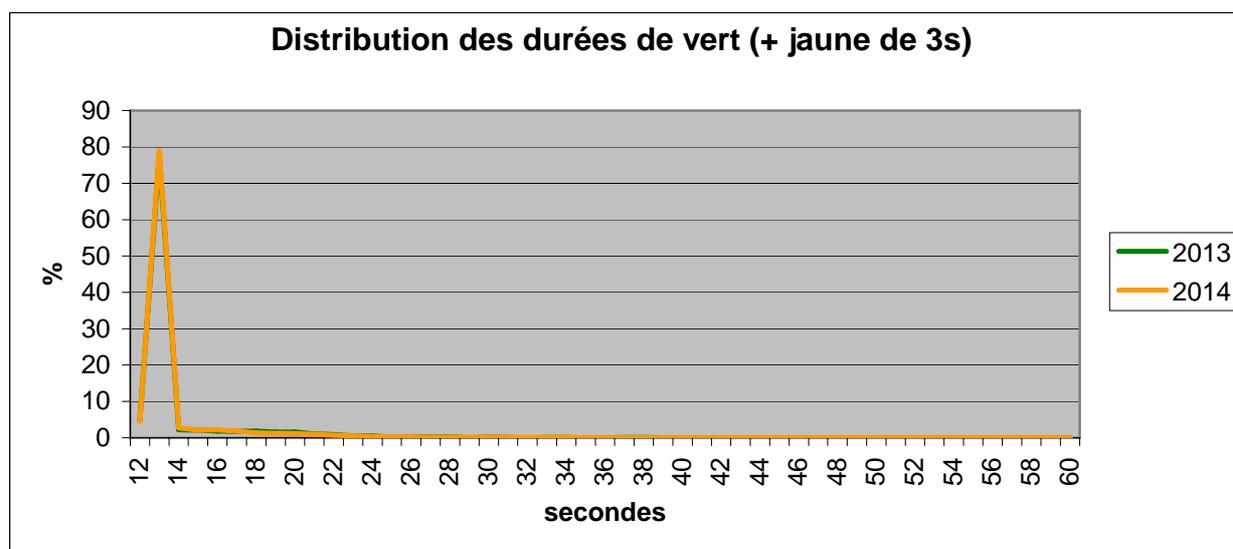


Figure 45 : Distribution des durées de vert

Dans plus de 80 % des cycles, la durée du vert est de 10 s, ce qui est la valeur minimum paramétrée pour le passage d'un véhicule. Dans les autres cas, la prolongation du temps de vert est nécessitée par des arrivées de véhicules groupés, principalement aux heures de rentrée ou sortie des écoles. Sauf exceptions, la durée de vert est inférieure à 20 s.

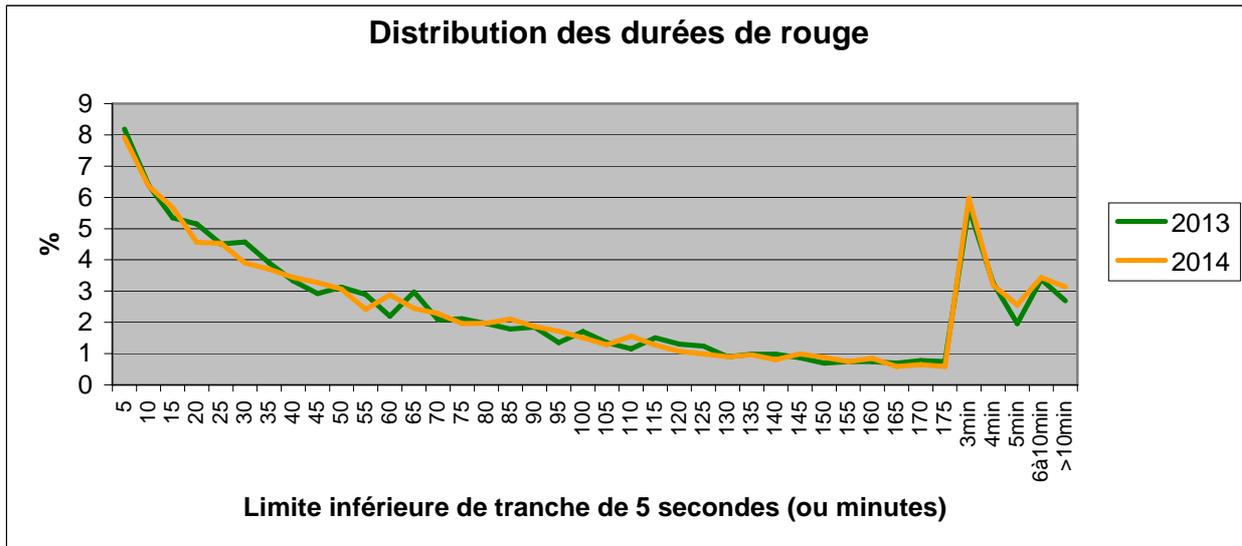


Figure 46 : Distribution des durées de rouge

Vu le fonctionnement du feu en mode « repos au rouge », la durée du rouge est liée à l'intervalle de temps séparant les arrivées de véhicules isolés. Les périodes de nuit, où il y a très peu de trafic, le rouge peut durer plusieurs minutes, ce qui explique la pointe de la distribution dans la partie droite de la Figure 46 où nous avons regroupé les tranches de longues durées. Malgré cela 8 % des cycles ont une durée de rouge comprise entre 5 s et 10 s.

IX.2 DÉLAIS DE FRANCHISSEMENT DU FEU PAR RAPPORT AUX DÉBUT ET FIN DE VERT

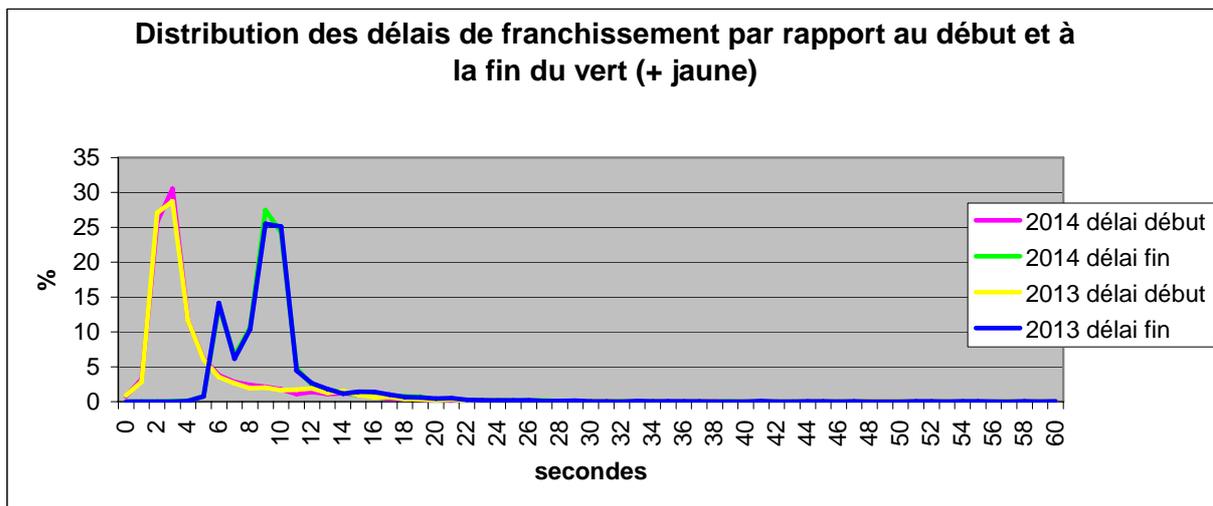


Figure 47 : Distribution des délais de franchissement par rapport au début et à la fin du vert

Comme le montre la Figure 47, la distribution des délais de franchissement du feu par rapport au début de vert est très pointue, ce pic (56 %) se situant entre 2 s et 4 s et matérialisant le délai de réaction de l'utilisateur. Parallèlement, le délai de franchissement par rapport à la fin du jaune a un pic du même ordre entre 10 s et 11 s, correspondant aux usagers isolés engagés seuls (voire en 1^{er}) dans un cycle de durée minimale de 10 s de vert. La distribution comporte également une petite pointe à 6 s de la fin du jaune, correspondant aux véhicules suivants.

Les distributions de délais de 2014 sont identiques à celles de 2013, si ce n'est que le pic est légèrement plus marqué en 2014.

IX.3 FRANCHISSEMENTS DU FEU ROUGE

Le nombre de véhicules par cycle, tracé dans la Figure 49 oscille autour de la valeur 1 correspondant au fonctionnement nominal du feu pour les véhicules isolés. En majorité pour les heures de jour, il est compris entre 1 et 1,5.

Le nombre de franchissements au rouge par cycle est très majoritairement inférieur à 0,1. Il atteint ou dépasse 1 exceptionnellement la nuit.

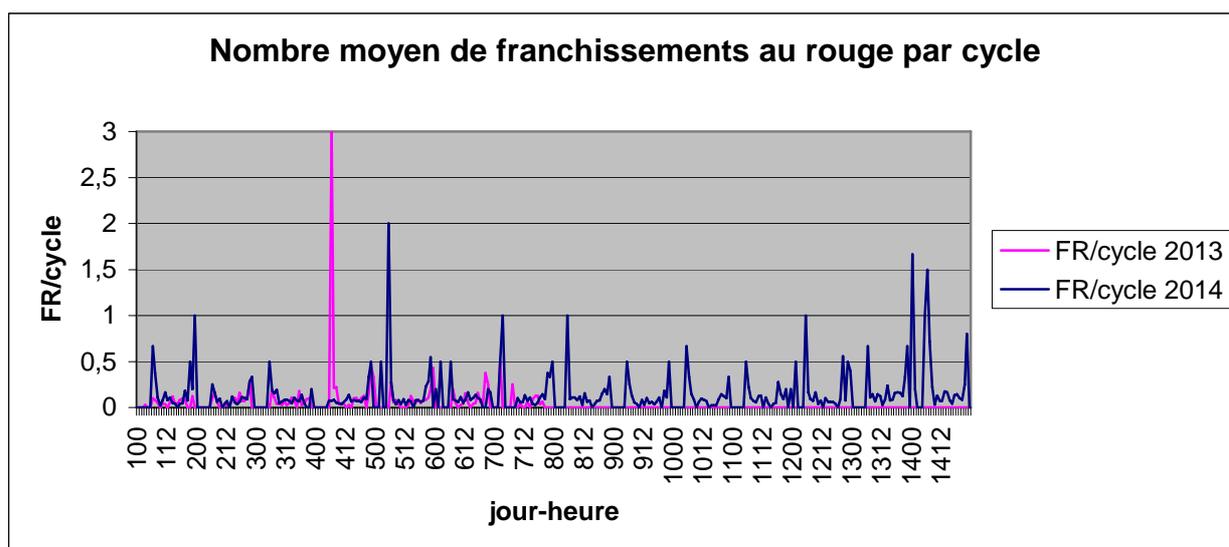


Figure 48 : Nombre moyen de franchissements au rouge par cycle

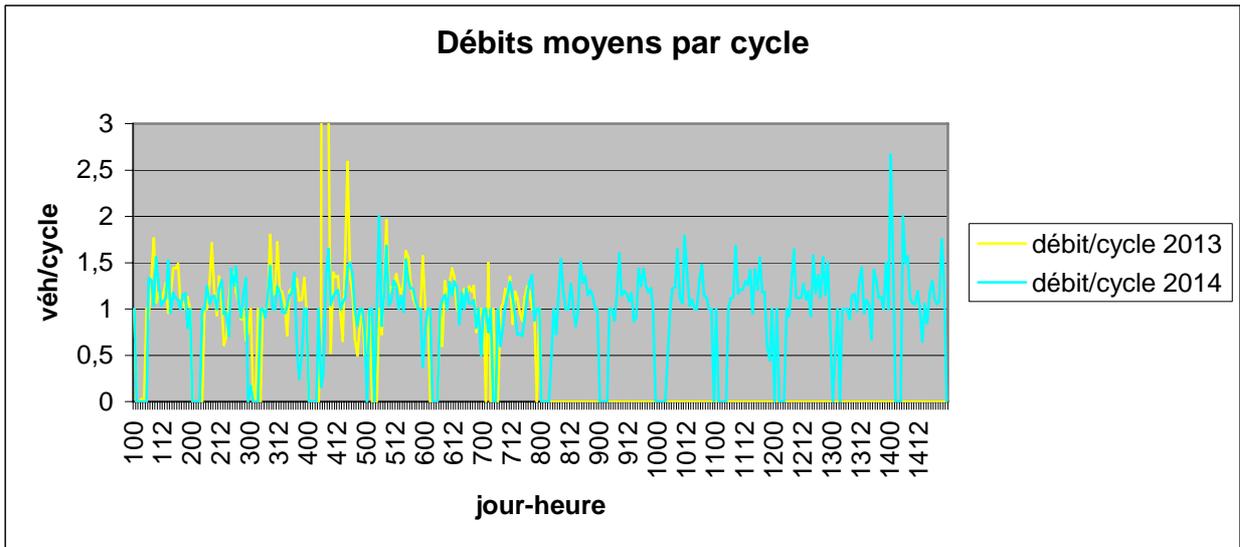


Figure 49 : Débits moyens par cycle

Les variations horaires sont fortes, notamment la nuit, ce qui incite à analyser plutôt les moyennes journalières, permettant de lisser les phénomènes ponctuels. Le nombre de franchissements moyen journalier se situe, en semaine, entre 30 et 50 FR/jour, il est en moyenne de 38 FR/jour en 2013 et 42 FR/jour en 2014. Le week-end, le nombre de franchissements illicites est plutôt plus faible sauf pour le 2^{ème} week-end de 2014.

En situation stabilisée, en semaine, on retiendra que le nombre de franchissements au rouge est de 42 par jour et 0,08 par cycle, soit un franchissement tous les 12 cycles.

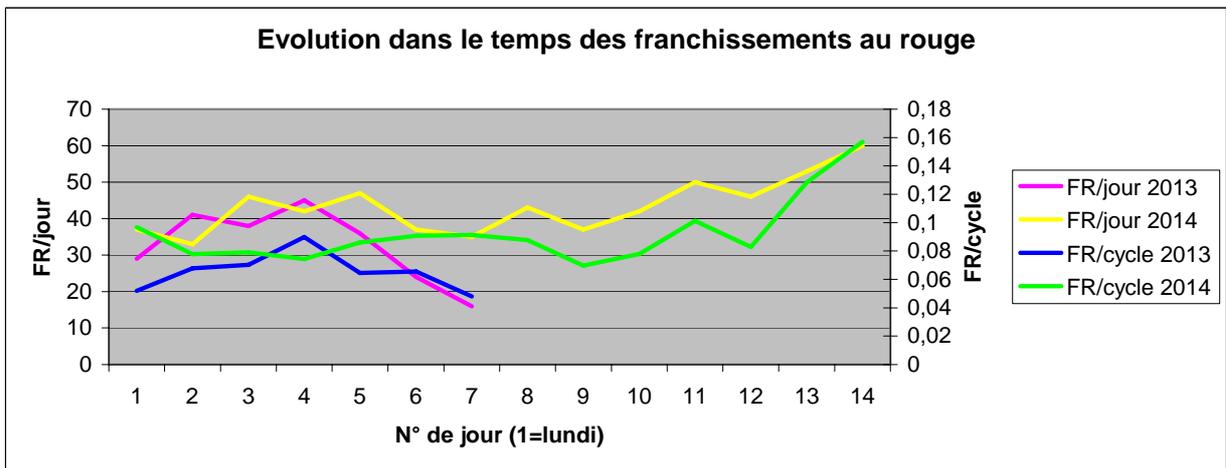


Figure 50 : évolution dans le temps des franchissements du rouge

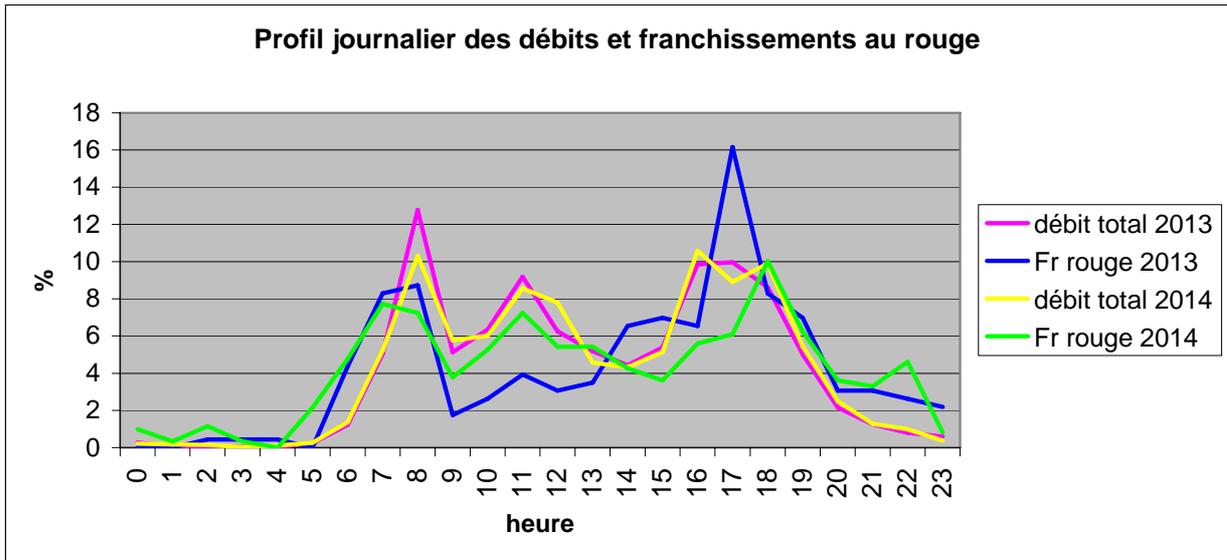


Figure 51 : Profil journalier des débits et franchissements du rouge

Le profil horaire des franchissements au rouge suit celui du débit total, bien que, le matin, les usagers sont proportionnellement plus respectueux. De plus, à la pointe de 8h à 9h, ils bénéficient des prolongations de vert dans le cas d'écoulement de véhicules en file, ce qui réduit d'autant les occasions de franchir le feu au rouge.

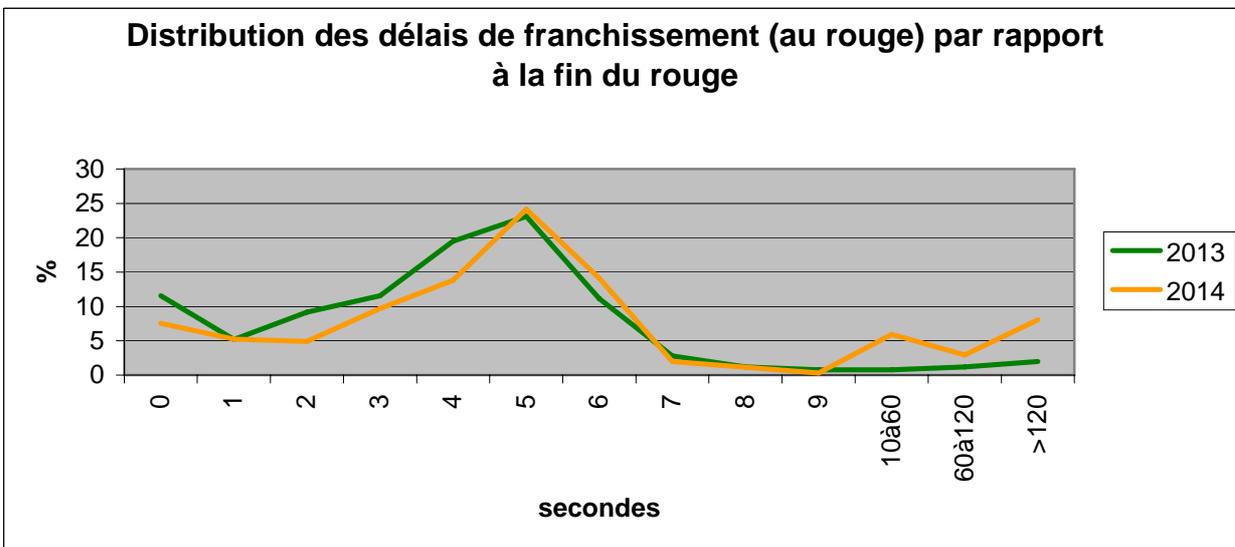


Figure 52 : Distribution des délais de franchissement (au rouge) par rapport à la fin du rouge

Le feu étant par défaut au rouge, le délai de franchissement par rapport à la fin du rouge (c'est-à-dire le début du vert à venir) représente la durée d'anticipation que s'accorde l'utilisateur. La Figure 52 montre que les délais d'anticipation se répartissent en majorité dans les 7 secondes précédant le passage au vert. Près de 25 % des véhicules franchissent le rouge 5 s avant sa fin, ce qui peut correspondre à l'attente supplémentaire de 5 s imposée aux véhicules en sur-vitesse mais non respectée.

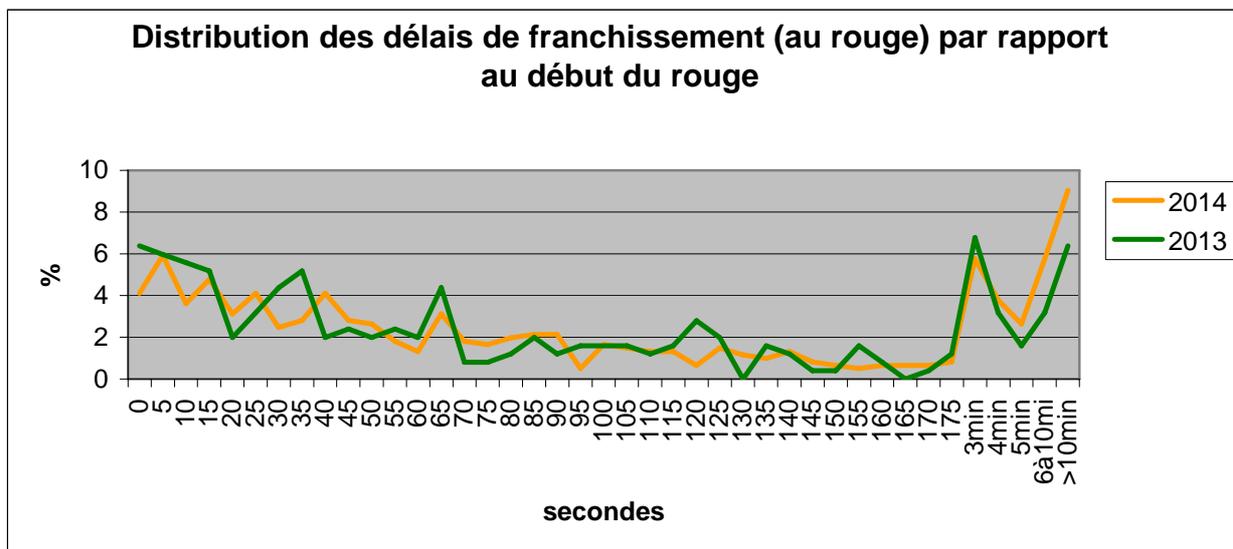


Figure 53 : Distribution des délais de franchissement (au rouge) par rapport au début du rouge

La distribution des délais de franchissements par rapport au début du rouge a ici moins d'intérêt du fait du fonctionnement par défaut au rouge. Ce délai dépend donc essentiellement de la durée du feu rouge et ne traduit que mal la proportion de véhicules qui franchissent le feu au début du rouge, tentant de « profiter » d'un créneau de jaune justifié par un véhicule précédent. La part des franchissements à moins de 5 s du début du rouge est de 6 % en 2013 et 4 % en 2014.

X. OBSERVATION PONCTUELLE DES COMPORTEMENTS

Les observations réalisées en 2013 après un mois se rapportent au réglage initial du feu alors que celles de 2014 correspondent au réglage définitif plus pénalisant.

X.1 LIEUX DE FREINAGE

Comme expliqué au chapitre VI.2, nous présentons dans la Figure 54 pour la situation « avant », la Figure 55 pour la situation « un mois après » et la Figure 56 pour la situation « un an après », la localisation des sections de voie où les véhicules observés ont freiné (véhicules en ligne, sections de voie en colonne, zones avec freinage en rouge).

Les échantillons de véhicules correctement observés sont de 63 « avant », 84 « après un mois » et 83 « après un an », ce qui correspond à une longueur totale de trajectoires observées de 7 km « avant » et 10 km « après ». Pour établir des comparaisons « avant / après » significatives, nous réduisons l'échantillon « avant » aux 34 véhicules observés dans le film 2 dont le cadrage est équivalent à celui de la situation « après ».

Remarque : dans la situation « un mois après », nous avons remarqué quelques cas de ralentissements à l'entrée de la chaussée partagée, dus à la présence de véhicules en sens inverse ou de piétons sur la chaussée. Ces cas de « micro bouchons » qui expliquaient notamment certaines reprises du freinage dans cette zone et des temps de trajets anormalement longs ont été éliminés de l'échantillon pour la comparaison avec 2014 car ces situations ne se sont pas reproduites. L'échantillon « après 2013 » est donc réduit à 84 véhicules au lieu des 94 présentés dans le rapport 2013.

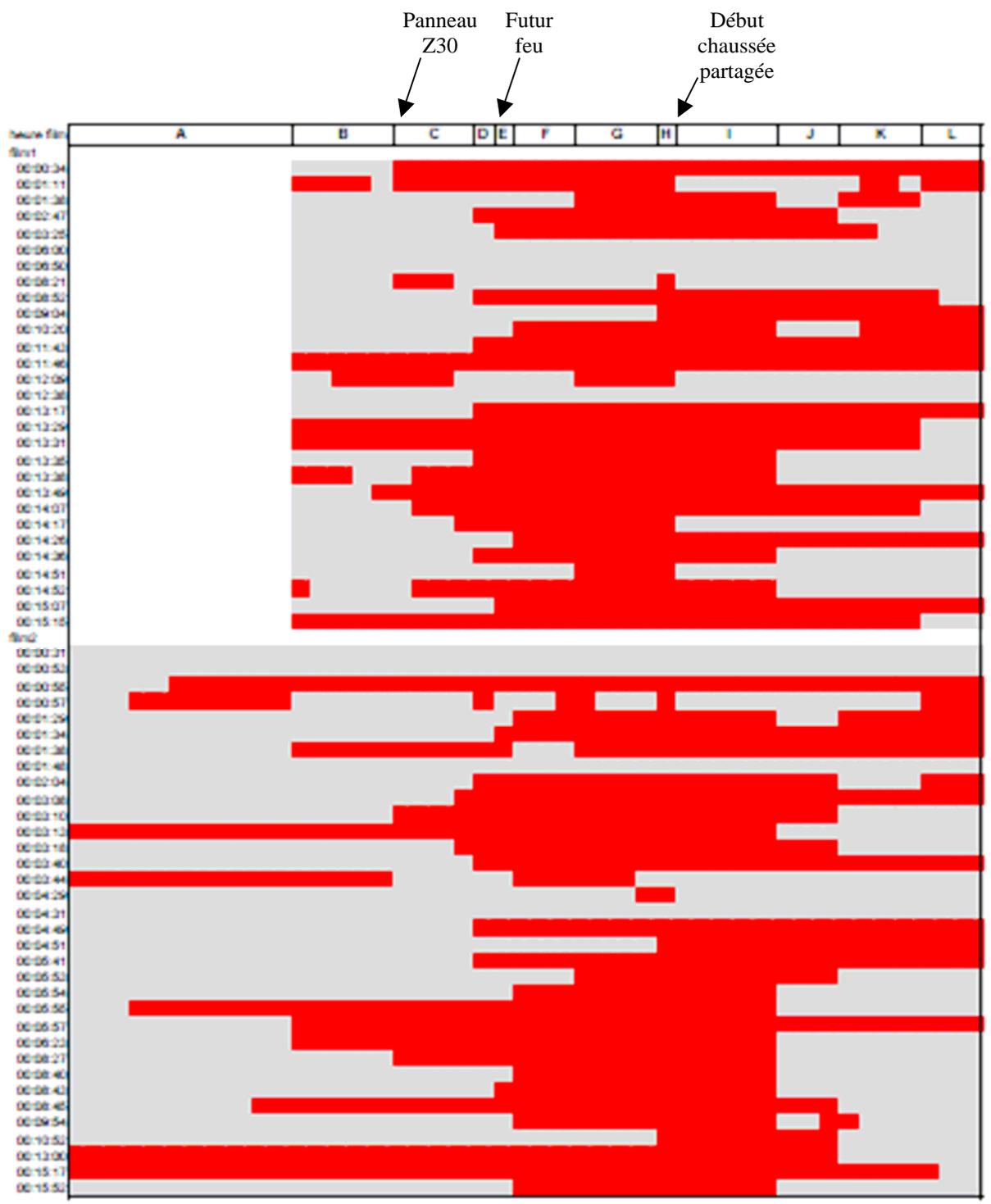


Figure 54 : Lieux de freinage des véhicules observés avant installation du feu



Figure 55 : Lieux de freinage des véhicules observés un mois après installation du feu



Figure 56 : Lieux de freinage des véhicules observés un an après installation du feu

La synthèse de l'observation des freinages peut se faire au travers des indicateurs suivants :

- le pourcentage de distance parcourue en freinant (par rapport à l'ensemble du trajet de 120 m par véhicule) : il passe de 44 % « avant » à 53 % « un mois après » puis retombe à 45 % un an après. Pour cet indicateur, on revient un an après mise en service du feu à la situation de référence, après avoir observé une augmentation de 10 points environ au moment de la mise en service du feu pouvant traduire un effet de surprise incitant finalement à freiner davantage à l'approche de la chaussée partagée ;
- par contre, le pourcentage de distance parcourue en freinant dans la section (de 60 m) avant le feu⁸ évolue fortement puisqu'il passe de 25 % « avant » à 62 % « un mois après » et 56 % « un an après ». Vu la précision des chiffres on peut considérer que les situations « après » sont équivalentes et que l'impact du feu s'est traduit manifestement par une augmentation des freinages dans la zone amont du feu ;
- la progression vers l'amont de la zone de freinage est traduite aussi par le pourcentage de véhicules qui ont déjà commencé à freiner au début de la zone observée : il était de 12 % « avant » et passe à 51 % « un mois après » puis baisse légèrement à 43 % « un an après » ;
- dans le même ordre d'idées, on voit aussi que dans la zone observée, la distance moyenne⁹ de début de freinage se situe, par rapport au début de la zone observée (point A à 65 m en amont du feu), à 50 m pour la situation « avant », 20 m « un mois après » et 30 m « un an après » ;
- en parallèle, et en conséquence, les freinages après le feu, dans la section de 60 m à l'abord et au tout début de la chaussée partagée, se sont progressivement réduits : ils passent, en pourcentage de la distance parcourue, de 58 % « avant » à 43 % « un mois après » et 34 % « un an après ». Ceci est la traduction logique d'un changement de comportement où les conducteurs qui ont été ralentis ou même parfois arrêtés au feu, n'auront plus (ou moins) à freiner avant d'aborder la chaussée partagée ;
- pour ce qui est des véhicules s'abstenant de freiner dans la zone, on en a comptabilisé 12 % « avant », aucun après un mois et 10 % après un an (pour l'essentiel des véhicules en file ayant bénéficié du vert obtenu par le véhicule en tête de file).

En conclusion : la mise en place du feu s'est traduite manifestement par un déplacement des zones de freinage vers l'amont mais après un an d'exploitation, on observe généralement un léger relâchement des tendances de modification des divers indicateurs mesurés par rapport à la situation observée un mois après l'installation du feu.

⁸ ou avant sa position prévue, dans le cas de la situation de référence

⁹ étant donné que cette distance vaut 0 si le véhicule freine déjà en début de zone observée et 120 m si le véhicule ne freine pas du tout

X.2 DURÉE DE TRAJET

Les durées des trajets, dont l'estimation visuelle humaine reste peu précise sont assez variables selon les véhicules. Elles dépendent notamment de la vitesse d'approche du feu, de l'arrêt ou non au feu (données détaillées plus loin), du groupement des véhicules en file et de l'occupation de la chaussée partagée par les véhicules en sens inverse. Le trajet, estimé à 122 m est parcouru :

- en absence de feu, entre 10,9 s et 23,5 s avec une moyenne de 15,2 s ;
- avec feu en 2013, entre 10,2 s et 28,3 s avec une moyenne de 20 s ;
- avec feu en 2014, entre 14,2 et 27,9 s avec une moyenne de 19,5 s.

La présence du feu, avec son réglage définitif en 2014, se traduit donc, pour notre échantillon, par rapport à la situation de référence, par une perte de temps moyenne de l'ordre de 4 s dans l'approche de la chaussée partagée.

Entre 2013 et 2014, nos mesures traduisent une diminution de 0,5 s de la moyenne des temps de trajet mais l'imprécision de la mesure visuelle ne peut en garantir la validité.

X.3 DÉCLENCHEMENT DU FEU VERT

Le Tableau 4 caractérise brièvement les comportements au franchissement du feu et à son approche en distinguant l'état du feu aux moments clés de la trajectoire des véhicules.

N° de cas	Couleur du feu à l'arrivée en début de zone (point A)	comportement au feu	Nombre de véhicules			
			2013 réglage initial	remarque 2013	2014 réglage définitif	remarque 2014
1	rouge	arrêt au feu	0		6	
8	rouge	arrêt 2 m après le feu	0		4	
9	rouge	passage au rouge	6		1	
3	rouge	vert déclenché à l'arrivée au feu	25		11	
4	rouge	vert déclenché 3 m avant l'arrivée au feu	3		5	
5	rouge	vert déclenché plus de 3 m avant l'arrivée au feu	4		10	
0	rouge	vert déclenché avant l'arrivée au feu par un véhicule précédent	1		5	dont 1 avec arrêt
6	vert ou jaune	feu rouge entre temps, arrêt au feu	3	dont 2 jaune en A	3	dont 1 jaune en A
7	vert ou jaune	feu rouge entre temps, vert déclenché à l'arrivée au feu	3		2	dont 1 jaune en A
2	vert	bénéficiant du vert d'un véhicule précédent	39		36	
		Total	84		83	

Tableau 4 : comportement à l'approche et au franchissement du feu

Les échantillons observés sont équivalents entre 2013 et 2014, ce qui nous permet de comparer les nombres de véhicules dans chacun des cas répertoriés. La répartition dans le temps de l'arrivée des véhicules est également semblable entre les deux années et par là-même le nombre de véhicules « suiveurs » qui approchent le feu au vert bénéficiant d'un déclenchement par un véhicule précédent en tête de file (39 en 2013 et 36 en 2014). En fait, dans cette période de pointe du matin de rentrée des classes, près de la moitié des véhicules ne sont pas gênés par le feu.

Pour l'autre moitié, confrontée à un moment donné à un feu rouge, nous observons des comportements différents entre les deux années, conséquence directe de la modification du réglage du feu. En 2013, il n'y avait pas de pénalisation supplémentaire pour les véhicules en excès de vitesse et dans la majorité des cas, le vert se déclenchait au moment où l'avant du véhicule atteignait le niveau du feu, conséquence immédiate de la détection du véhicule en pied de feu par la caméra Traficam.

De fait il n'y avait pas d'arrêt au feu¹⁰, alors qu'il y en a 11 en 2014 (6 au niveau du feu, 4 juste après et 1 derrière un autre véhicule). Par contre il y avait 6 passages au rouge alors qu'il n'y en a qu'un en 2014. Étant donné le fonctionnement du feu, les passages au rouge sont en fait des anticipations du feu vert : nous avons mesuré la distance du feu à laquelle se trouve l'avant du véhicule au moment où le vert se déclenche. Cette distance est minime (1 ou 2 mètres) en 2014 et pour 3 des cas de 2013 mais atteint 9 m dans 2 cas et 19 m dans un cas en 2013.

Le nombre de cas où le vert se déclenche à l'arrivée du véhicule en pied de feu diminue de 25 en 2013 à 11 à 2014. Cette diminution est en partie compensée par une augmentation des autres types d'approche et de déclenchement du feu vert, notamment :

- les déclenchements juste avant (2 à 3 m) l'arrivée au feu (de 3 à 5 cas) ;
- les déclenchements à plus de 3 m du feu (de 4 à 10 cas) ;
- les déclenchements avant l'arrivée au feu par un véhicule précédent (de 1 à 5 cas).

Le délai de déclenchement du feu vert après l'entrée du véhicule dans le champ de la caméra (c'est-à-dire à peu près sa détection par le radar) se situe en moyenne à 6,3 s en 2013 et 7,4 s en 2014. Il est distribué comme l'indique la Figure 57 : dans environ 50 % des cas, il se situe entre 6 s et 8s (58 % en 2013 et 40 % en 2014). Toutefois, l'imprécision de la mesure visuelle des délais ne permet pas d'affirmer une réelle différence entre 2013 et 2014.

70 % des cycles en 2013 et 56 % en 2014 ont une durée de vert de 10 s (Figure 58 valeurs 10 et 11 pour tenir compte des arrondis et imprécisions de mesure), correspondant à la valeur minimum imposée par la programmation du contrôleur de feu. La durée moyenne de vert de 12 s en 2013 et 13,5 s en 2014 résulte des prolongations de vert nécessitées en cas de files de véhicules.

64 % des cycles en 2013 et 48 % en 2014 voient passer un seul véhicule, qui se présente par conséquent au rouge. La période filmée correspond à la pointe de rentrée des écoles, on y a observé des groupes de véhicules dont seul le 1^{er} de file a subi le feu rouge. Les véhicules suiveurs, se présentant au vert, et n'étant donc pas pénalisés directement par le feu, représentent la moitié de l'échantillon. La file la plus nombreuse comprend 7 véhicules et a

¹⁰ sauf dans 3 cas en 2013 comme en 2014 où le rouge est « remonté » lors de leur approche suite à une séquence de vert octroyée à un véhicule précédent.

provoqué une phase de vert d'environ 25 s, mais en 2014, on a en plus 2 files de 6 véhicules (cf. répartition du nombre de véhicules par cycle dans la Figure 59).

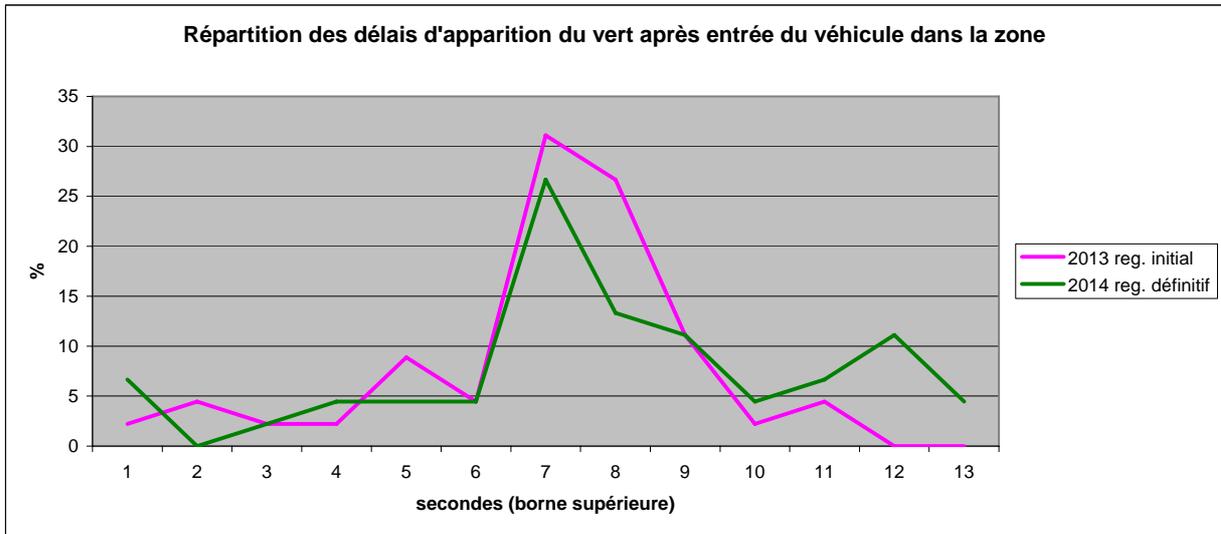


Figure 57 : Délai de déclenchement du vert après entrée du véhicule dans la zone

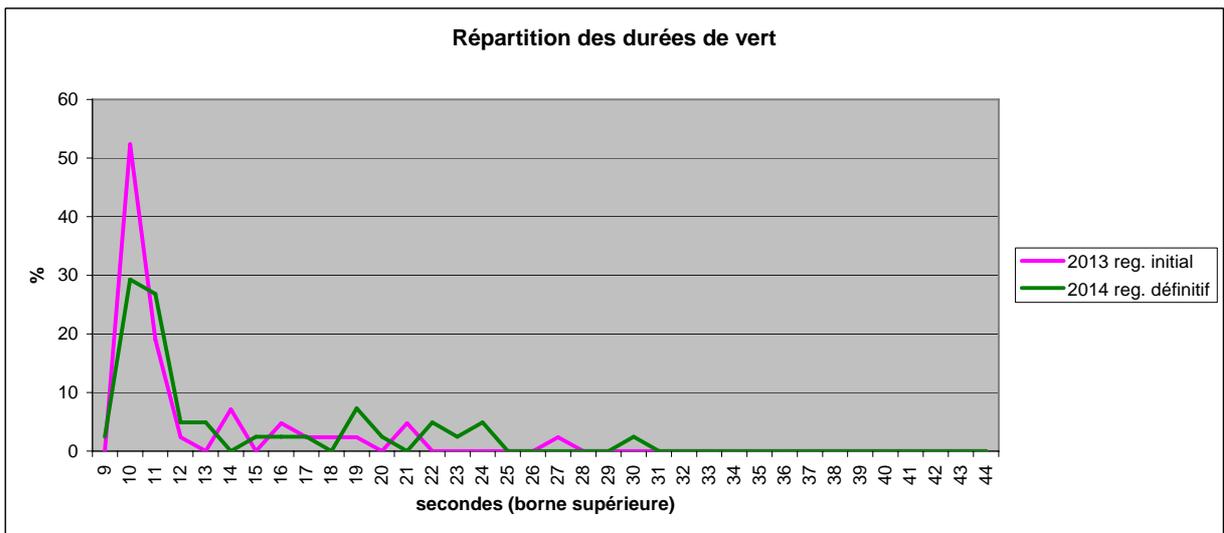


Figure 58 : Distribution des durées de vert

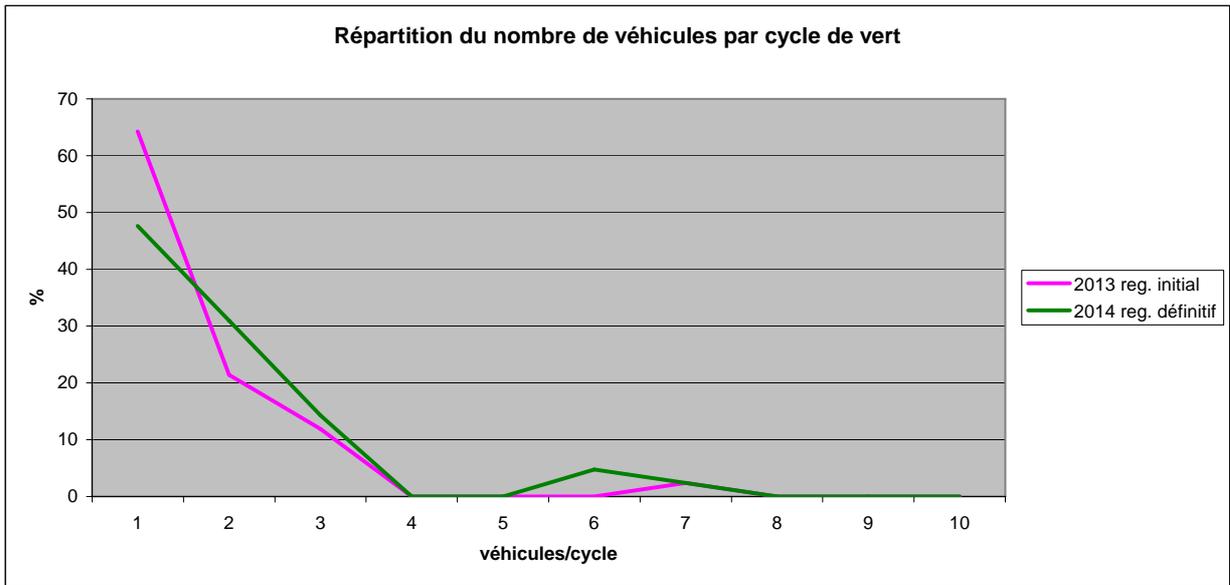


Figure 59 : Distribution du nombre de véhicules par cycle

XI. RÉSUMÉ ET CONCLUSION

L'expérimentation évaluée dans le présent rapport a consisté à installer un feu de type « vert récompense » environ 20 m avant l'entrée dans une section de chaussée partagée traversant le bourg de Celle L'Évescault. L'introduction du feu avait pour premier objectif un meilleur respect de la vitesse limite autorisée, portée sur l'ensemble de la traversée du bourg à 30 km/h. L'impact de l'installation du feu sur les vitesses pratiquées a été estimé par comparaison des résultats de trois campagnes de mesures identiques de 3 semaines « avant » sa mise en service (septembre 2013) puis un mois après et un an après (septembre – octobre 2014) pour confirmation de la durabilité des impacts mesurés.

Fonctionnement et respect du feu

Le fonctionnement du feu est de type « vert récompense » classique, c'est-à-dire que le feu est au repos au rouge puis passe au vert, lorsqu'un véhicule est détecté par le radar à une cinquantaine de mètres en amont du feu, avec un délai permettant aux véhicules respectant la vitesse autorisée, de franchir le feu sans s'arrêter. Dans la grande majorité des cas, le franchissement s'effectue entre 2 et 4 s après l'apparition du feu vert. Pour les véhicules en sur-vitesse au point de visée du radar, le réglage définitif du fonctionnement du feu introduit une attente de 5 s supplémentaires.

Le débit journalier d'environ 600 véhicules/jour, avec des pointes de l'ordre de 100 véhicules/heure se situe dans la plage d'efficacité maximum de l'asservissement à la vitesse de type « feu vert récompense ». Dans 80 % des cycles, la durée du vert est de 10 s, ce qui est la valeur minimum paramétrée pour le passage d'un véhicule. Dans les autres cas, la prolongation du temps de vert est nécessitée par des arrivées de véhicules groupés, principalement aux heures de rentrée ou sortie des écoles. Sauf exceptions, la durée de vert est inférieure à 20 s.

Le nombre moyen journalier de franchissements du feu rouge se situe, en semaine, entre 30 et 50 FR/jour, il est en moyenne de 38 FR/jour en 2013 et 42 FR/jour en 2014. On retiendra donc, **en situation stabilisée, en semaine, que le nombre de franchissements au rouge est de 42 par jour et 0,08 par cycle, soit un franchissement au rouge tous les 12 cycles.** Le délai moyen de franchissement avant l'apparition du vert est de 4,5 s, cette moyenne étant notamment influencée par le non-respect de l'attente de 5 s supplémentaires imposée aux usagers en sur-vitesse.

Impact sur les vitesses pratiquées

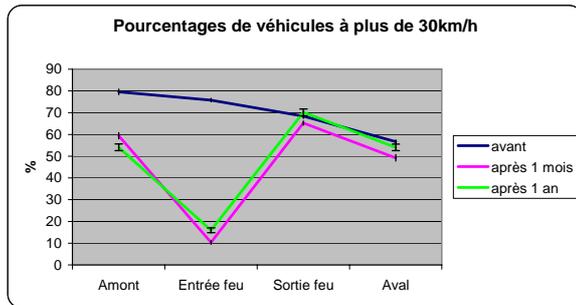
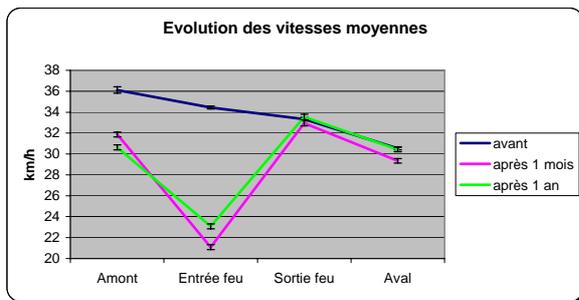
L'évolution des vitesses moyennes après installation du feu se résume par ce qui suit, pour les points de mesure dans le sens entrant soumis au feu :

- à 50 m en amont du feu, baisse de **36,1 km/h** (*I.C*¹¹. [35,8 ; 36,4]) à **31,9 km/h** (*I.C.* [31,6 ; 32,1]) après un mois et **30,6 km/h** après un an (*I.C.* [30,4 ; 30,9]), soit un impact global de **- 5,5 km/h ou 15 %** ;

¹¹ intervalle de confiance à 95 %

- au niveau du feu, baisse de **34,5 km/h** (I.C. [34,3 ; 34,6]) à **21,1 km/h** (I.C. [20,9 ; 21,3]) après un mois et **23,1 km/h** après un an (I.C. [22,8 ; 23,3]), soit un impact global de **- 11,4 km/h ou 33 %** ;
- 130 m environ à l'aval du feu, baisse de **30,5 km/h** (I.C. [30,4 ; 30,7]) à **29,3 km/h** (I.C. [29,1 ; 29,6]) après un mois et **30,4 km/h** après un an (I.C. [30,2 ; 30,6]), soit globalement une **stabilité** des vitesses (- 0,1 km/h ou 0,4 %).

Par contre, dans le sens sortant, non soumis au feu, les vitesses restent stables (+ 0,2 km/h).



L'évolution du pourcentage de véhicules dépassant 30 km/h se résume comme suit :

- à 50 m en amont du feu, on passe de **80 %** (I.C.⁷. [78,4 ; 80,8]) à **59 %** (I.C. [58,0 ; 60,8]) après un mois et **54 %** (I.C. [52,6 ; 55,6]) après un an, soit **- 26 points** ;
- au niveau du feu, on passe de **76 %** (I.C.⁷. [75,0 ; 76,6]) à **10 %** (I.C. [9,4 ; 11,2]) après un mois et **16 %** (I.C. [14,9 ; 17,0]) après un an, soit **- 60 points** ;
- 130 m environ à l'aval du feu, on passe de **57 %** (I.C.⁷. [55,8 ; 57,5]) à **49 %** (I.C. [47,8 ; 50,7]) après un mois et **54 %** (I.C. [52,6 ; 55,5]) après un an, soit **- 3 points**.

Comportement des usagers à l'approche de la chaussée partagée

L'observation d'un échantillon de 230 véhicules par enregistrement vidéo à l'approche du feu et de l'entrée dans la chaussée partagée a montré, entre la situation de référence et la situation finale de 2014 :

- une intensification des freinages (réduction de 12 % à 10 % de la part des conducteurs qui n'ont pas freiné, augmentation de 12 % à 43 % de la part de ceux qui freinent déjà à l'entrée de la zone filmée (à 65 m en amont du feu), croissance de 25 % à 56 % de la distance parcourue en freinant à l'amont du feu) ;
- une « remontée » vers l'amont de la position des lieux de début de freinage (de 15 m à 35 m du feu en moyenne).

La mise en place du feu s'est traduite manifestement par un déplacement des zones de freinage vers l'amont mais après un an d'exploitation, on observe généralement un léger relâchement des tendances de modification des divers indicateurs mesurés par rapport à la situation observée un mois après l'installation du feu.

La présence du feu, avec son réglage définitif en 2014, se traduit dans notre échantillon, par rapport à la situation de référence, par une perte de temps moyenne de l'ordre de 4 s dans l'approche de la chaussée partagée.

Conclusion

L'installation d'un feu de type « vert récompense » à une vingtaine de mètres de l'entrée dans la chaussée partagée traversant le bourg a permis une réduction significative des vitesses d'approche de cette zone. Si la baisse des vitesses est spectaculaire au niveau du feu (de 35 km/h à 23 km/h) et sensible à une cinquantaine de mètres en amont du feu (de 36 km/h à 31 km/h), l'impact à l'aval au milieu de la chaussée partagée n'est pas significatif (baisse de vitesse de 0,1 km/h et réduction de 3 points du pourcentage de véhicules en infraction au-delà de 30 km/h). L'arrêt au feu pour les véhicules en sur-vitesse ou le ralentissement pour bénéficier du « feu vert récompense » permet donc une réduction de la vitesse et un gain potentiel en sécurité qui se prolongent, à des degrés variables, jusqu'au milieu de la chaussée partagée.

La comparaison des effets immédiats mesurés en 2013 un mois après l'installation du feu à ceux mesurés un an après en 2014 a montré :

- que d'une part, la prise de conscience de la pénalisation supplémentaire de 5 secondes au feu pour les véhicules en sur-vitesse a permis une poursuite de la réduction de vitesse à l'amont du feu ;
- mais que d'autre part on observe un certain relâchement en termes de vitesse au niveau du feu ou à l'aval ainsi qu'en termes de respect du feu rouge.

CEREMA DTerSO
Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Direction Territoriale Sud-Ouest
rue Pierre Ramond – CS 60013
33166 Saint-Médard-en-Jalles Cedex
Tél : 05 56 70 66 33
Fax : 05 56 70 67 33
Courriel : DterSO@cerema.fr