

RAPPORT

DIMER

GSR



Cerema

Janvier 2013

Evaluation des ETC au droit des chantiers fixes



Centre d'Études Techniques de l'Équipement
de l'Ouest

www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	27/01/13	Résultats de l'évaluation
2	04/02/13	Prise en compte des remarques des relecteurs

Affaire suivie par

Daniel GREGOIRE - CETE de l'Ouest / DIMER / GSR
<i>Tél. : 02 40 12 85 20 / Fax : 02 40 12 84 44</i>
<i>Courriel : daniel.gregoire@developpement-durable.gouv.fr</i>

Rédacteur

Daniel GREGOIRE - CETE de l'Ouest / DIMER/ GSR

Relecteur

Guytaine Fily - CETE de l'Ouest / DIMER/ GSR

Didier BERTIN - CETE de l'Ouest / DIMER/ GSR

Ludovic LECALVE - CETE de l'Ouest / DIMER/ GSR

Bertrand RODARY – CETE de l'Ouest / Chef du département DIMER

SOMMAIRE

1.OBJECTIF.....	5
2.SITES RETENUS.....	5
3.MÉTHODOLOGIE.....	7
3.1. Mode opératoire.....	7
3.2. Caractéristiques des sites.....	8
3.3. Configurations.....	9
3.3.1. A6 – District de NEMOURS – PR 56+500 au PR 59+600.....	9
3.3.2. A6 – District de NEMOURS – PR 58+700 au PR 63+700.....	10
3.3.3. A71 – District du Cher – PR 227 au PR 237+800.....	11
3.4. Moyens de mesures.....	12
3.5. Indicateurs.....	12
3.5.1. Evaluation de l'effet ponctuel.....	12
3.5.2. Evaluation de l'effet global.....	13
4.RÉSULTATS.....	13
4.1. Effets ponctuels des dispositifs ETC.....	13
4.1.1. A6 – District de NEMOURS – PR 56+500 au PR 59+600.....	13
4.1.1.a. Résultats des mesures dans le sens 1.....	13
4.1.1.b. Résultats des mesures dans le sens 2.....	16
4.1.2. A6 – District de NEMOURS – PR 58+700 au PR 63+700.....	17
4.1.2.a. Résultats des mesures dans le sens 1.....	17
4.1.2.b. Résultats des mesures dans le sens 2.....	19
4.1.3. A71 – District du Cher – PR 227 au PR 237+800.....	20
4.1.3.a. Résultats des mesures dans le sens 1.....	20
4.1.3.b. Résultats des mesures dans le sens 2.....	21
4.2. Effet global des dispositifs ETC.....	23
4.3. Comportements des véhicules libres.....	25
4.3.1. A6 – District de NEMOURS – PR 56+500 au PR 59+600.....	25
4.3.1.a. Résultats des mesures dans le sens 1.....	25
4.3.1.b. Résultats des mesures dans le sens 2.....	25
4.3.2. A6 – District de NEMOURS – PR 58+700 au PR 63+700.....	26
4.3.2.a. Résultats des mesures dans le sens 1.....	26
4.3.2.b. Résultats des mesures dans le sens 2.....	26
4.3.3. A71 – District du Cher – PR 227 au PR 237+800.....	27
4.3.3.a. Résultats des mesures dans le sens 1.....	27
4.3.3.b. Résultats des mesures dans le sens 2.....	27
5.SYNTÈSE.....	27
6.PERSPECTIVES.....	28

1.Objectif

Cette étude se situe dans le cadre des expérimentations sur le contrôle automatisé. Les dispositifs ETC (Équipement Terrain Chantier) sont prévus pour renforcer la sécurité sur les chantiers. L'évaluation a pour but de mesurer l'influence des ETC sur le comportement des usagers dans des zones de chantiers routiers fixes.

Le SETRA a mandaté le CETE de l'Ouest en mai 2012 pour effectuer cette évaluation sur les deux types d'ETC, venant de deux fabricants, en expérimentation jusqu'à la fin du mois d'août 2012.

La réalisation d'une telle étude s'est confrontée à des difficultés qui sans remettre en question l'étude limite les thématiques qu'il a été possible d'évaluer :

- Les délais pour réaliser les mesures étaient relativement courts,
- Les sites proposés, situés sur le domaine autoroutier, nécessitaient une procédure d'intervention plus formalisée que sur les autres réseaux (réunions de cadrage, plan de prévention,...),
- Les plannings de poses étaient évolutifs en fonction des aléas (problèmes de chantiers, météo, poses des ETC,...),
- Les ETC étaient mis en place pendant toute la période de chantier sur tous les sites. Il n'y a donc pas de mesures réalisées sur le chantier avant la pose des ETC (pas d'état 0),
- Pour des problèmes de sécurité la pose des appareils de mesures ne pouvaient pas être réalisées hors des zones de chantiers (pas de mesure en amont et en aval du chantier),

L'évaluation est donc limitée. Cependant les mesures réalisées permettent d'avoir des éléments sur l'influence des ETC sur le comportement des usagers :

- le CETE dispose de mesures sur le comportement des usagers au droit des ETC et en plusieurs points des zones de chantiers. Ces mesures permettent d'évaluer la zone d'influence des ETC, les pourcentages d'infractions, les périodes de congestions et de faire la comparaison de l'impact de chaque type de dispositif (ETC fabricant 1 ou ETC fabricant 2).

2.Sites retenus

Le DCA a fourni le planning des chantiers qui seront équipés d'ETC. Les chantiers étaient programmés sur des périodes d'au maximum 5 jours ouvrables en mai et juin 2012. La pose de la signalisation s'effectuait généralement le lundi matin et la dépose était réalisée le vendredi matin ou après-midi. Les exploitants ne souhaitent pas avoir de signalisation le week-end (non crédible et pénalisante pour les usagers).

La mise en place de nos appareils de mesures et des ETC a donc nécessité une communication constante avec les exploitants et une bonne connaissance des plannings et des types d'interventions.

DISTRICTS	DPT	AUTOROUTE	SENS	TYPE D'EXPLOITATION	SEMAINE RETENUE
Sénonais	89	A6	1 et 2	neutralisation de voies rapides (création d'ITPC)	S21
Nemours	77	A6	1 et 2	basculement de chaussée neutralisation de voie rapide / voie médiane	S22
Nemours	77	A6	1 et 2	Basculement de chaussée	S23
Nemours	77	A6	1 et 2	Basculement de chaussée	S24
Cher	18	A71	1 et 2	basculement de chaussée neutralisation de voie rapide	S25
Cher	18	A71	1 et 2	basculement de chaussée neutralisation de voie rapide	S26

Planning proposé par les exploitants

Le planning comprenait 6 chantiers qui devaient être équipés d'ETC. Trois sites ont été retenus pour l'évaluation :

- Deux sites autoroutier à 2 × 3 voies sur l'A6 (district de Nemours): les mesures ont été effectuées pendant la semaine 23 du PR 56+500 au PR59+600 et pendant la semaine 24 du PR58+700 au PR63+600. Ces deux sections sont limitées à 130 km/h dans les conditions normales de circulation (hors chantier). Le trafic est de l'ordre de 40 000 à 50 000 véh/j par sens de circulation.



- Un site autoroutier à 2 × 2 voies sur l'A71 (district du Cher): les mesures ont été réalisées pendant la semaine 26 du PR 227 au PR237+800. Le trafic est de l'ordre de 15 000 à 20 000 véh/j par sens de circulation.

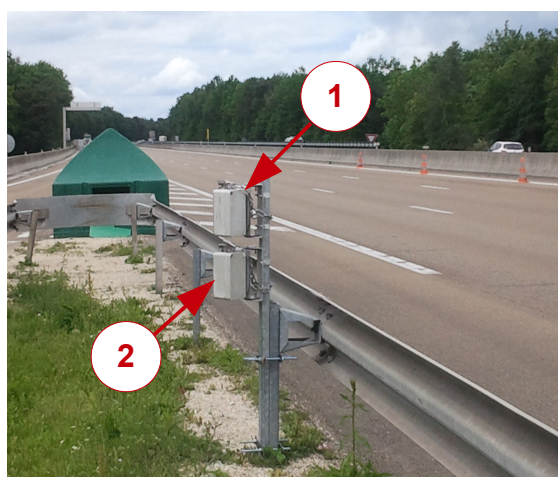


3.Méthodologie

3.1. Mode opératoire

Les mesures ont été effectuées pendant les périodes de chantiers (jours ouvrables). Les ETC étaient en place pendant toute la durée des chantiers (de jour comme de nuit), avec ou sans la présence des agents de travaux.

Les vitesses pour chaque véhicule sur sites ont été mesurés avec des radars VIKING qui horodatent le passage de chaque véhicule au 100e de seconde et distinguent les VL (Véhicules Légers) et les PL (Poids Lourds). Les compteurs sont fixés sur des poteaux de signalisation ou sur les poteaux des glissières de sécurité et sont peu détectables. Sur chaque site 5 compteurs par sens ont été posés (avant, au droit de l'ETC et après l'ETC).



Exemple de pose

*Le compteur 1 enregistre les véhicules en rapprochement
Le compteur 2 enregistre les véhicules en éloignement*

3.2. Caractéristiques des sites

Le tableau ci-dessous décrit les principales caractéristiques des sites et situe les points de mesures mis en place.

Site	A6 - District de NEMOURS	A6 - District de NEMOURS	A71 - District du CHER
Type	Autoroute 2x3 voies	Autoroute 2x3 voies	Autoroute 2x2 voies
Sens	Basculement de chaussée	Basculement de chaussée	Basculement de chaussée
Limitation vitesse	130 km/h	130 km/h	130 km/h
Limitation vitesse chantier	90 km/h	90 km/h	90 km/h
Section de chantier	PR 56+500 au PR59+300	PR58+700 au PR63+600	PR 227 au PR 237+800
Longueur zone chantier	2,8 km	4,9 km	10,8 km
Mesure de trafic	PR 56+500, PR 57+800, PR 58+100, PR 58+700, PR 59+300	PR 58+700, PR 59+300, PR 60+800, PR 61+700, PR 63+600	PR 36, PR36+250, PR 36+500, PR37, PR37+500, PR37+750, PR38
Trafic Moyen Journalier Annuel	40000 à 50000 véh/j/sens	40000 à 50000 véh/j/sens	15000 à 20000 véh/j/sens
Pente moyenne zone chantier	1 à 2 %	1 à 2 %	1 à 2 %

3.3. Configurations

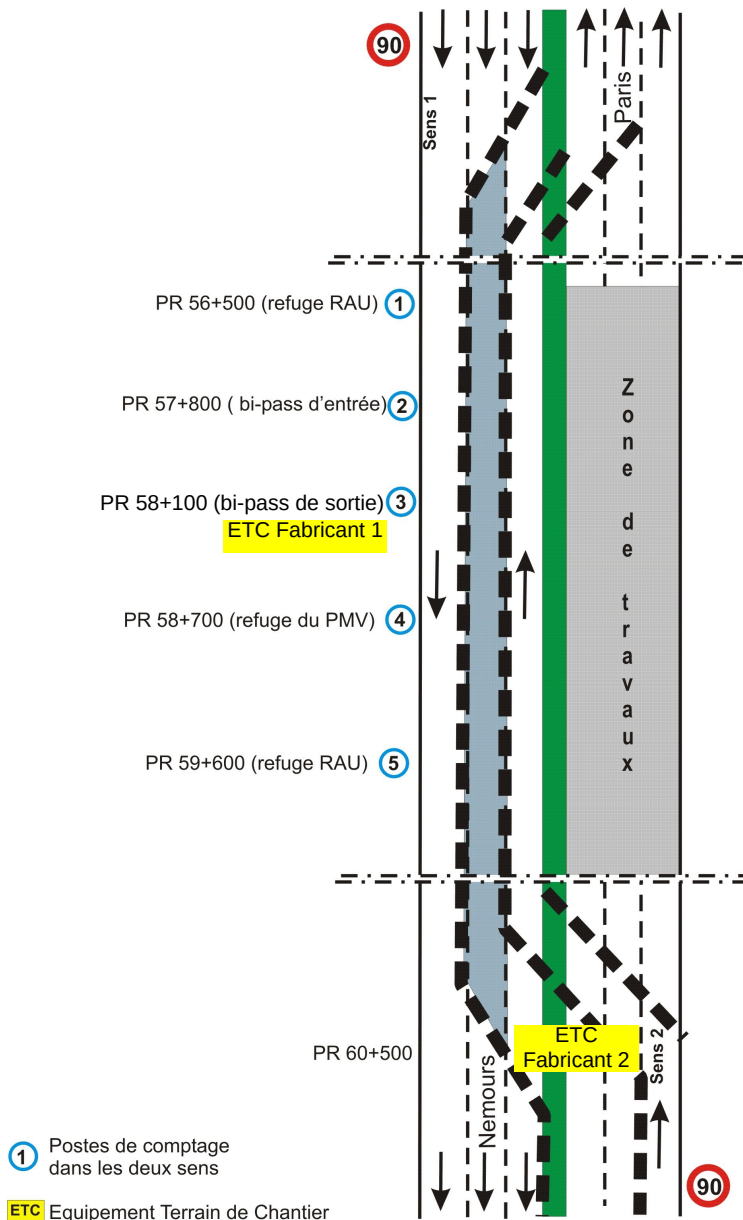
3.3.1. A6 – District de NEMOURS – PR 56+500 au PR 59+600

La limitation de vitesse de cette 2 × 3 voies est de 130 km/h en section courante. Au droit du chantier, sur une longueur de 2,8 km, la vitesse était réduite à 90 km/h. La signalisation neutralisait la totalité d'une chaussée et imposait un basculement (schéma ci-après). La voie centrale était neutralisée sur la chaussée en circulation. Les 10 compteurs VIKING étaient placés dans la zone de chantier et mesuraient les débits VL/PL et vitesses dans les deux sens de circulation.

A6 - NEMOURS

Pr 56+500 à 59+600

Semaine 23 : du lundi 4 au matin au Lundi 11 juin (matin)



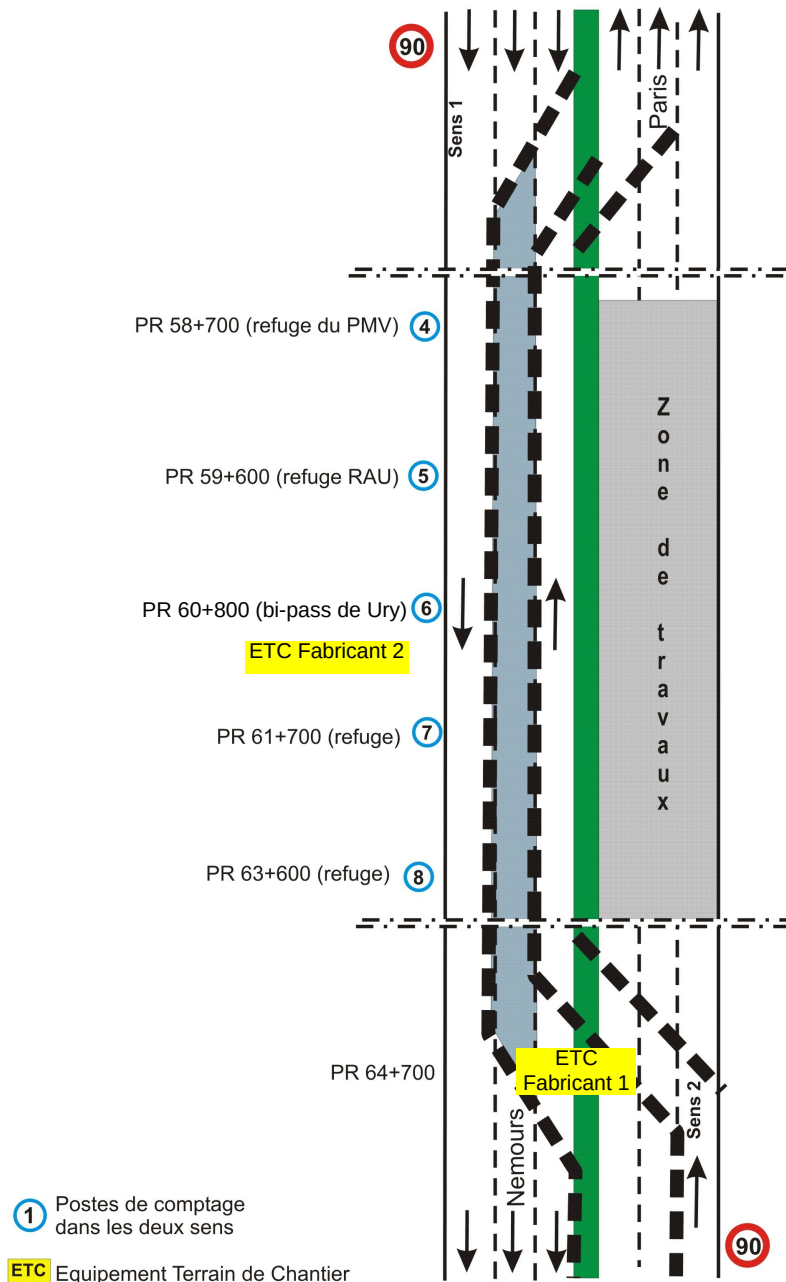
3.3.2. A6 – District de NEMOURS – PR 58+700 au PR 63+700

La limitation de vitesse de cette 2 × 3 voies est de 130 km/h en section courante. La vitesse était réduite à 90 km/h au droit du chantier sur une longueur de 4,9 km. La configuration du chantier est identique à la section précédente. La chaussée dans le sens Nemours vers Paris était neutralisée. L'autre chaussée supportait les deux sens de circulation avec la neutralisation de la voie centrale (cf. schéma ci-après). Les 10 compteurs pneumatiques (enregistreurs de vitesses) étaient placés dans la zone de limitation de vitesse du chantier. Ils mesuraient les débits VL/PL et les vitesses dans les deux sens de circulation.

A6 - NEMOURS

Pr 58+700 à 63+700

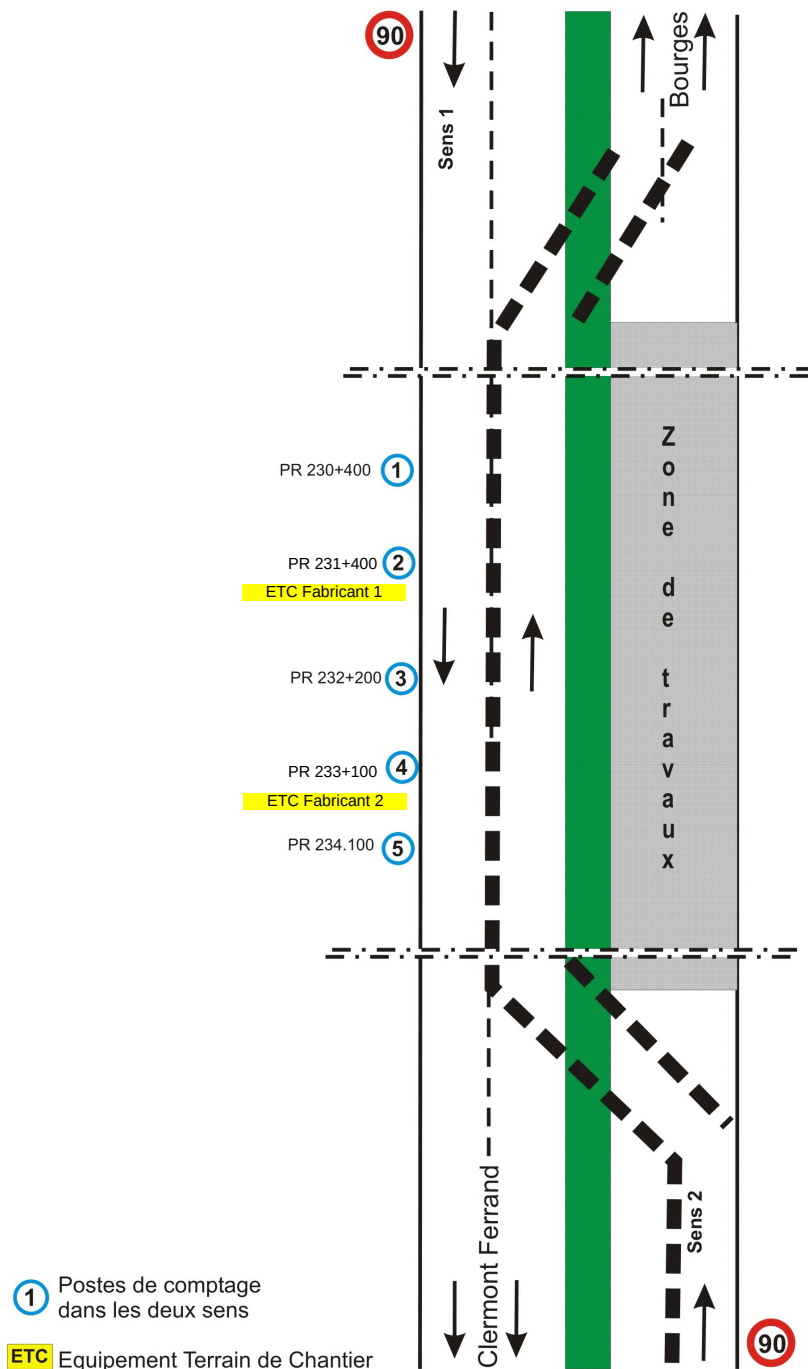
Semaine 24 : du lundi 11 au matin au Lundi 18 juin (après-midi)



3.3.3. A71 – District du Cher – PR 227 au PR 237+800

La limitation de vitesse de cette 2 × 2 voies est de 130 km/h en section courante. La vitesse était réduite à 90 km/h au droit du chantier sur une longueur de 10,8 km. La chaussée dans le sens Clermont-Ferrand vers Bourges était neutralisée. L'autre chaussée supportait les deux sens de circulation (cf. schéma ci-après). Les 10 compteurs pneumatiques (enregistreurs de vitesses) étaient placés dans la zone de limitation à 90km/h du chantier. Ils mesuraient les débits VL/PL et les vitesses dans les deux sens de circulation.

A71 - BOURGES
Pr 227 à 237+800





ETC fabricant 1



ETC fabricant 2

3.4. Moyens de mesures

Le compteur VIKING est un radar Doppler. Il enregistre des mesures individuelles VL/PL et vitesses par sens de circulation et horodate les événements. La précision annoncée par le fabricant est de l'ordre de 1 % sur les débits tous véhicules en régime de circulation non saturé. La précision sur la vitesse est de ± 1 % pour une gamme de vitesse allant de 5 km/h à 250 km/h (sous réserve d'une installation correcte). La précision sur le débit PL dépend du bon paramétrage du compteur et de la nature du trafic.

3.5. Indicateurs

3.5.1. Evaluation de l'effet ponctuel

L'effet ponctuel est mesuré sur chaque poste de comptage. Des graphiques représentent les infractions enregistrées par heure. Ils ont été établis de façon à avoir une vision claire et rapide du comportement des usagers à l'approche, au droit et après le passage des ETC.

Les vitesses des usagers sont classifiées en tenant compte de la limitation de vitesse à 90km/h mise en place sur ces trois chantiers. Les plages suivantes ont été établies :

- de 0 à 90km/h,
- de 90km/h à 95km/h (pour tenir compte de l'inattention ponctuelle des conducteurs et de l'imprécision des mesures),
- de 95 km/h à 100km/h, puis par plage de 10km/h jusqu'à 150km/h,
- de 150km/h à 255km/h (limite de mesures des compteurs et d'exploitation possible sur le logiciel).

L'indicateur retenu est la proportion de véhicule dépassant le seuil de 95km/h en distinguant les véhicules légers (VL) des poids lourds (PL).

L'analyse de cet indicateur à partir des populations de véhicules vise à qualifier le comportement des usagers au droit des chantiers en conditions réelles de circulation et également en mesurant les effets sur les véhicules libres. Un véhicule libre est non contraint par le véhicule qui le précède. Il est généralement caractérisé par un temps inter-véhiculaire supérieur à 4 secondes.

3.5.2. Evaluation de l'effet global

La comparaison des vitesses pratiquées est réalisée au moyen de deux indicateurs :

- le pourcentage de véhicules dépassant la vitesse autorisée ($VA = 90 \text{ km/h}$),
- le pourcentage de véhicules dépassant la vitesse autorisée (VA) de plus 5 km/h ($>VA+5$),
- le pourcentage de véhicules dépassant la vitesse autorisée de plus 10 km/h ($>VA+10$),
- le pourcentage de véhicules dépassant la vitesse autorisée (VA) de plus 20 km/h ($>VA+20$),

Ces indicateurs sont appliqués sur des périodes de la journée où la nature des déplacements et le comportement des usagers peuvent être comparables. On distingue trois périodes :

- le trafic de pointe correspondant généralement au trafic « domicile-travail »,
- le trafic de fond de jour (les trafics horaires sont sensiblement identiques),
- le trafic de fond de nuit (les trafics horaires sont faibles et de débits équivalents).

Ces périodes sont définies uniquement sur des jours ouvrables correspondant aux jours de chantiers.

4. Résultats

4.1. Effets ponctuels des dispositifs ETC

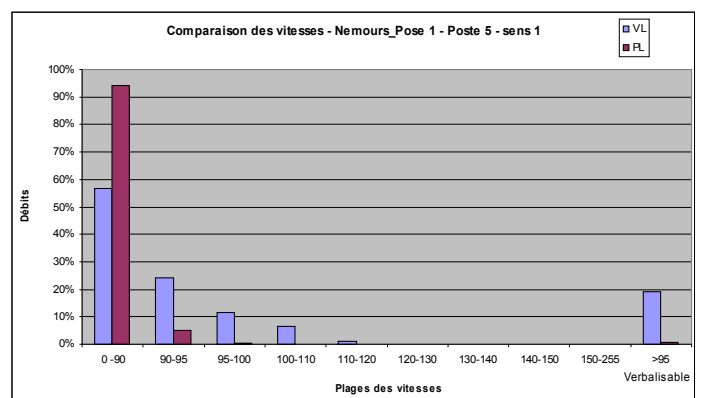
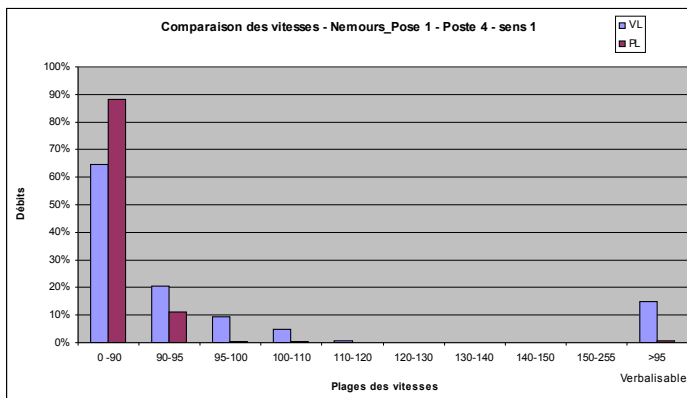
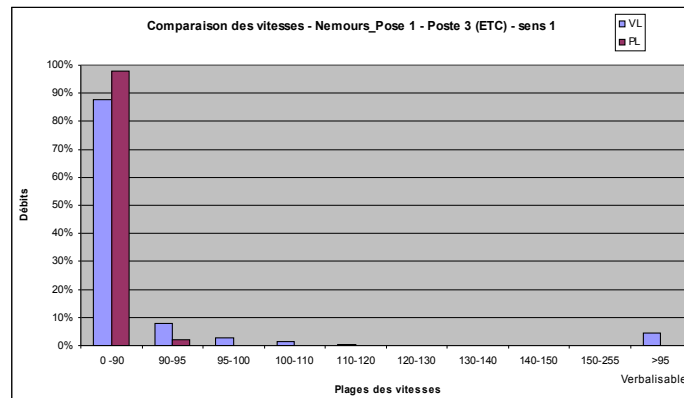
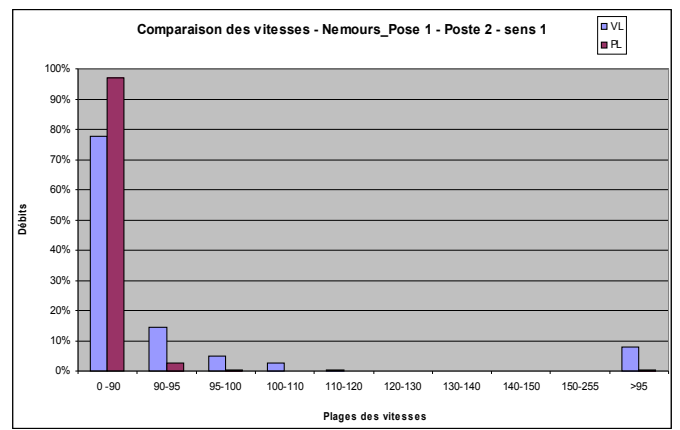
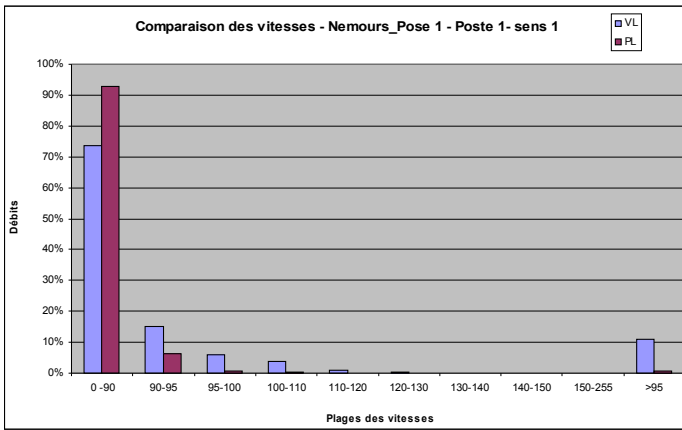
Les graphiques suivants présentent la répartition des vitesses de l'ensemble des véhicules (VL et PL contraints ou non par la circulation d'autres véhicules) en configuration de chantier sur les trois sites.

4.1.1. A6 – District de NEMOURS – PR 56+500 au PR 59+600

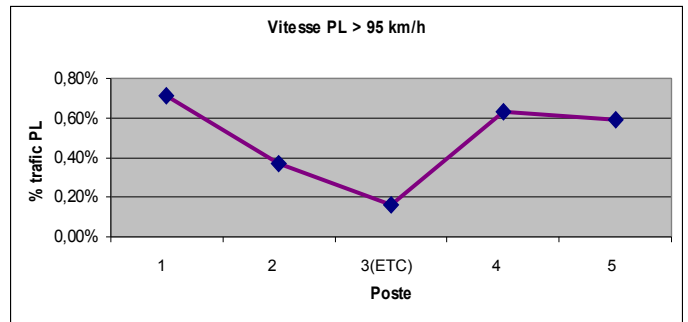
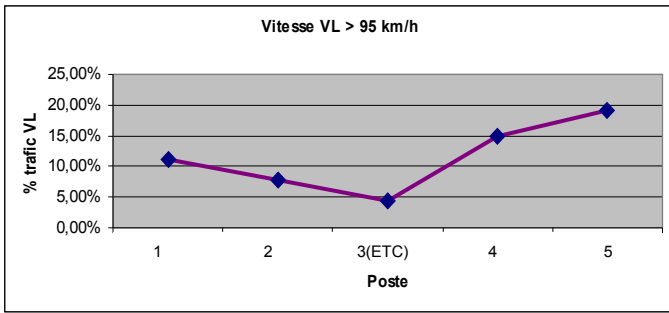
La signalisation de chantier a été posée le lundi 4 juin dans la matinée et a été retirée dans la matinée du vendredi 8 juin. Les compteurs ont été posés du lundi 4 juin au 11 juin. Les données des compteurs VIKING sont donc exploitables sur trois jours du mardi 5 juin au jeudi 7 juin inclus.

4.1.1.a. Résultats des mesures dans le sens 1

Dans le sens 1 l'ETC fabricant 1 se situe en milieu du chantier (cf. plan au paragraphe 3.3.1). Les graphiques ci-après montrent qu'il y a environ 10 % des usagers qui ne respectent pas la limitation de vitesse avant l'ETC. Au niveau de l'ETC 5 % des usagers dépassent encore la limitation et après le contrôle automatique on constate une augmentation importante des vitesses. Sur le poste 5 le non respect de la limitation de vitesse est de près de 20 %.

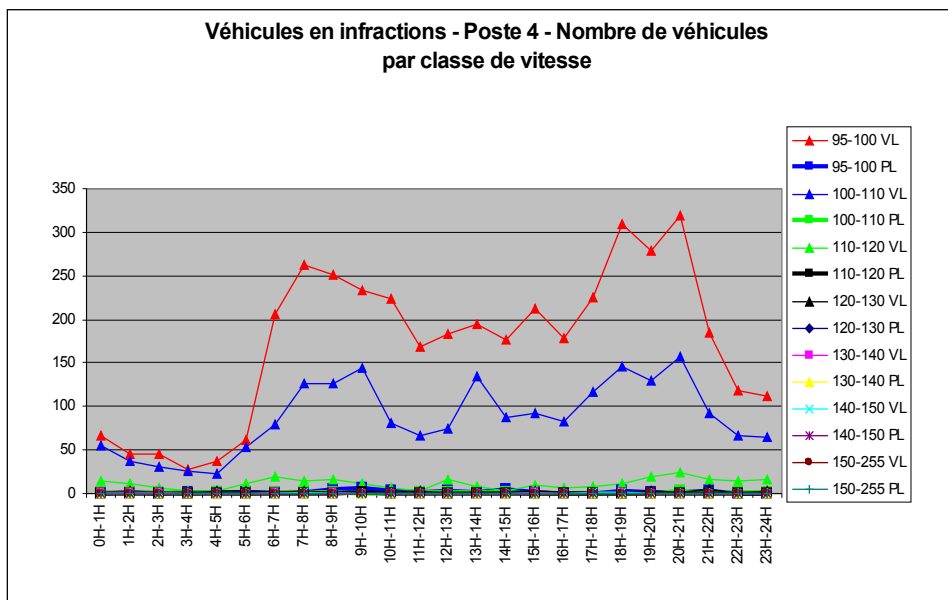


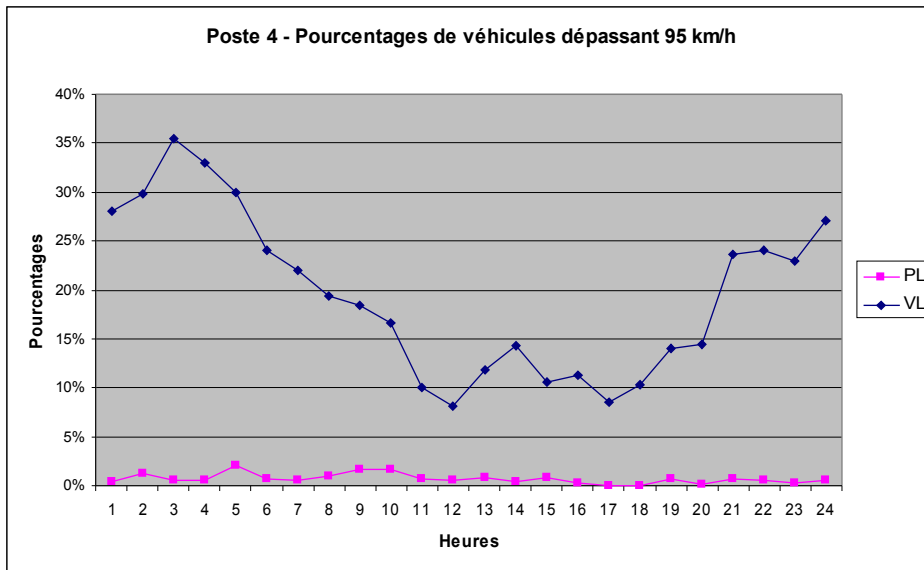
Ce constat peut se résumer par deux graphiques synthétisant les dépassements volontaires de la limitation de vitesse à 90km/h par les VL et les PL sur tous les postes de comptages. Pour tenir compte des imprécisions des compteurs et du comportement des conducteurs (inattention ponctuelle possible) le seuil de dépassement de vitesses retenu est de 95km/h.



Ces graphiques montrent que l'effet d'accélération après le passage de l'ETC est constaté pour les conducteurs des VL et des PL. Après le passage de l'ETC, les conducteurs de VL sont plus nombreux à dépasser la limitation de vitesse (postes 4 et 5) qu'avant l'ETC (poste 1 et 2). Les conducteurs de PL respectent davantage la limitation de vitesse qui est proche de la limitation de leur véhicule (généralement 80 à 100 km/h). Le comportement des conducteurs est davantage influencé par l'ETC que par la signalisation de la zone de chantier.

En complément d'analyse les graphiques ci-après représentent la répartition des vitesses par heure. Ils permettent de vérifier si les conducteurs prennent en compte la présence des agents sur le chantier (8h à 12h et 13h à 17h). L'exemple du poste 4 montrent que le nombre d'utilisateurs en excès de vitesse est en légère baisse dans la journée et que le pourcentage d'infractions est plus faible dans les périodes d'activités du chantier. Ces résultats montrent également sur tous les postes de comptages que les excès de vitesses sont généralement situés dans les plages 95-100 km/h.

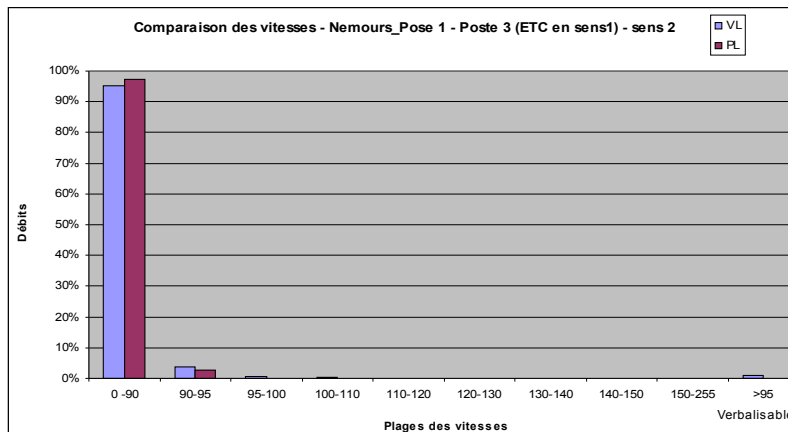
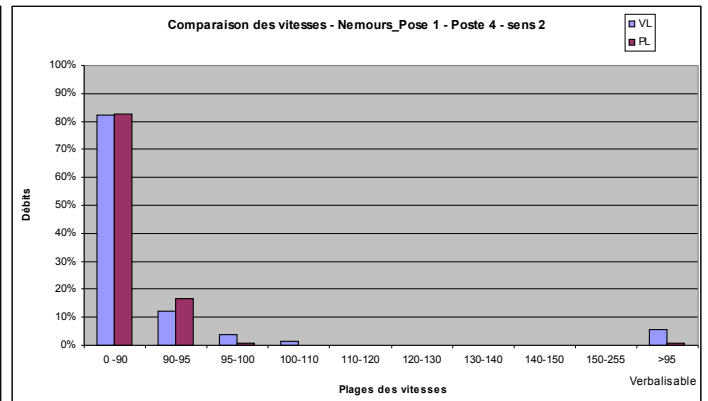
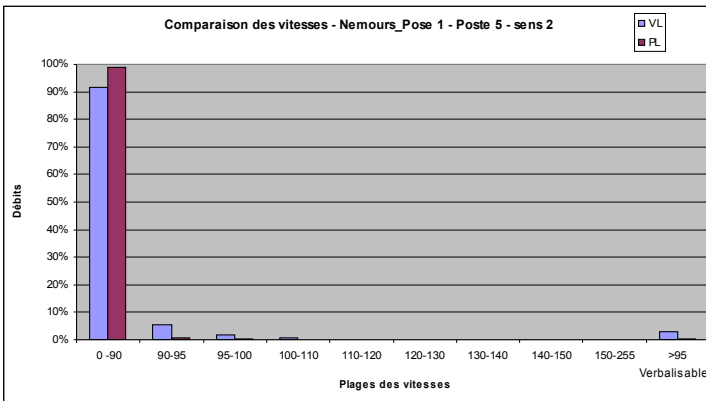


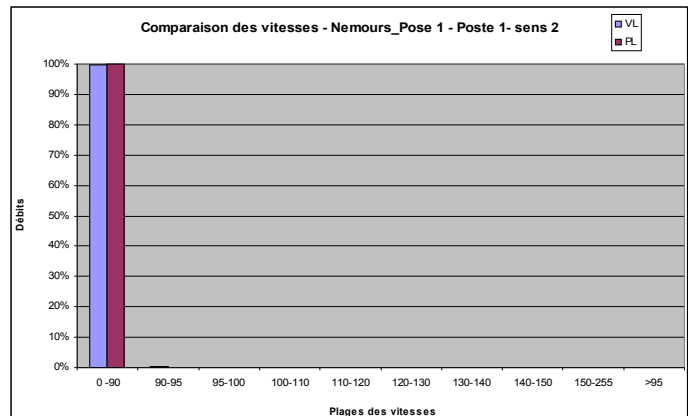
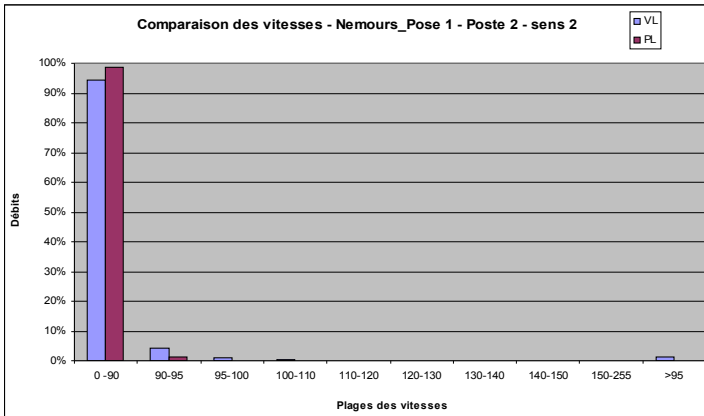


4.1.1.b. Résultats des mesures dans le sens 2

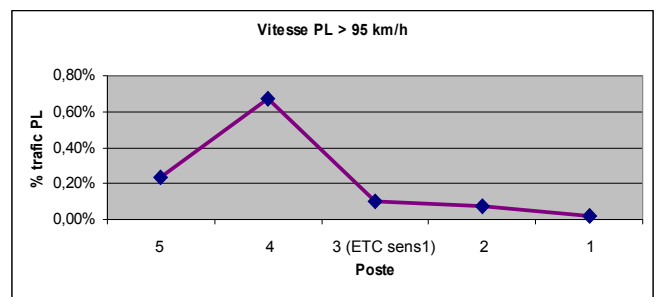
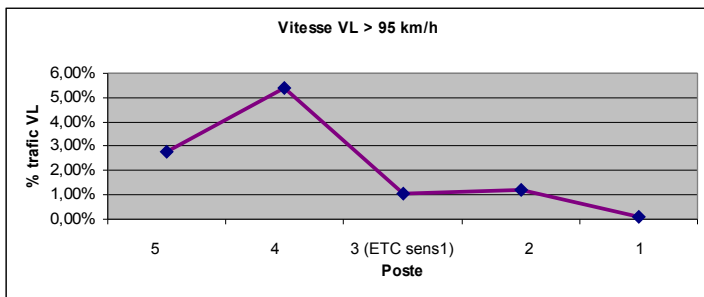
Dans le sens 2, l'ETC est placé en début de chantier (avant le poste 5). Les graphiques ci-après montrent que le comportement des usagers est très différent. Il y a très peu de véhicules en excès de vitesses dans la zone de chantier.

Au niveau du poste 3, les usagers du sens 2 pouvaient apercevoir l'ETC contrôlant le sens 1 et il est possible qu'ils aient été influencés par sa présence. Cependant, contrairement au sens 1, il n'y a pas eu d'augmentation des vitesses après le passage de cet ETC.





Les graphiques ci-après synthétisent les dépassements volontaires de la limitation de vitesses sur tous les postes de comptages (>95km/h).

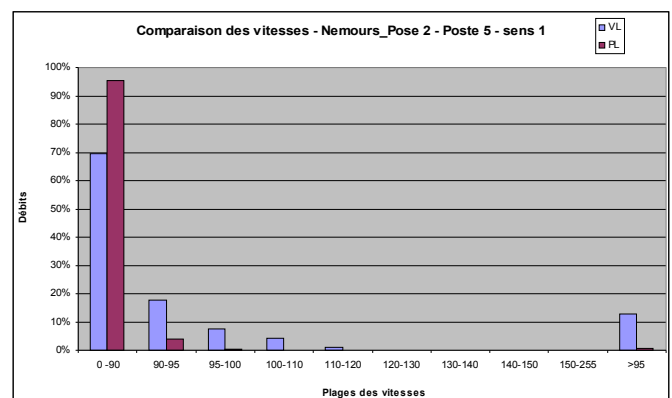
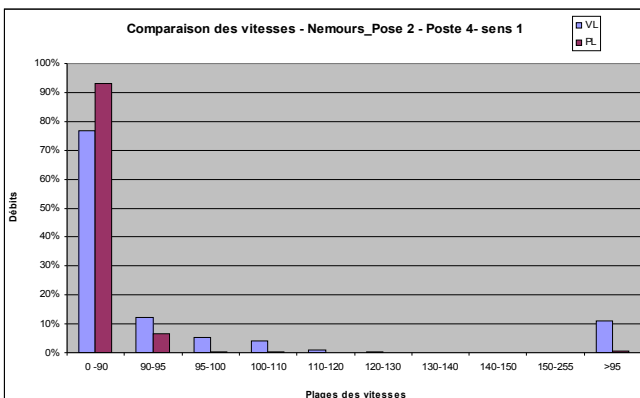


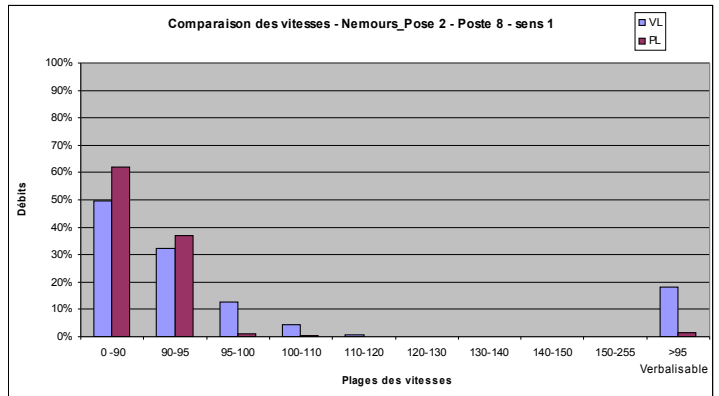
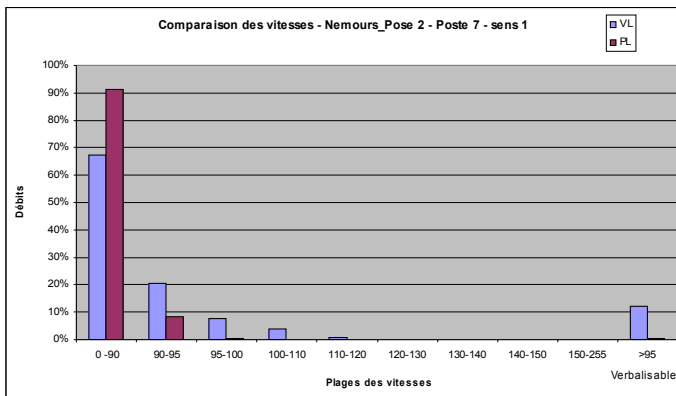
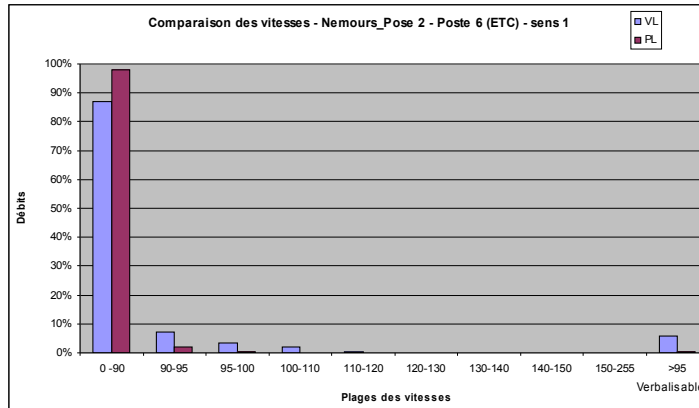
Après le passage de l'ETC (situé avant le poste 5) il y a environ 5 % d'utilisateurs en excès de vitesse. Il semble que les conducteurs ont vu l'ETC situé en sens 1 (poste 3) ce qui expliquerait la baisse des vitesses sur les postes 2 et 1. Cependant, contrairement au sens 1, il n'y a pas d'augmentation des vitesses après le passage de cet ETC.

4.1.2. A6 – District de NEMOURS – PR 58+700 au PR 63+700

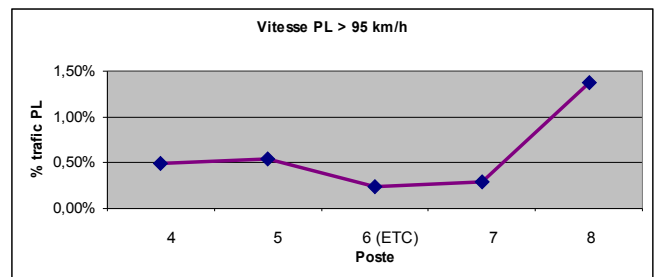
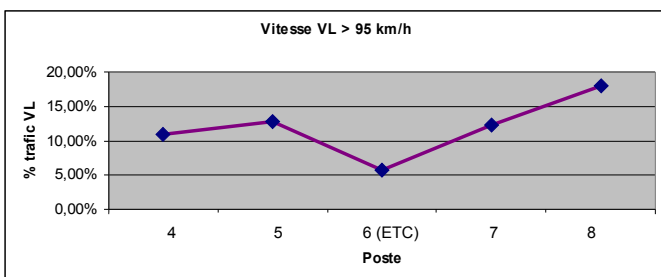
La signalisation de chantier a été posée le lundi 11 juin avec une limitation à 90km/h effective à 15h. Elle a été retirée dans la matinée du vendredi 15 juin avec une remise en circulation de toutes les voies à 10h. Les compteurs ont été posés du lundi 11 juin au lundi 18 juin. Les données des compteurs VIKING sont donc exploitables sur trois jours du mardi 12 juin au jeudi 14 juin inclus.

4.1.2.a. Résultats des mesures dans le sens 1





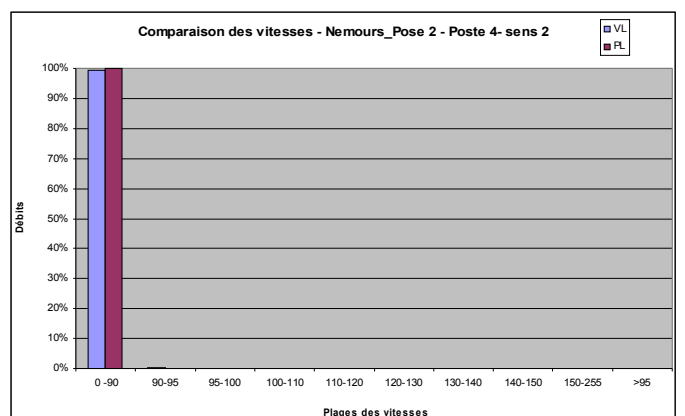
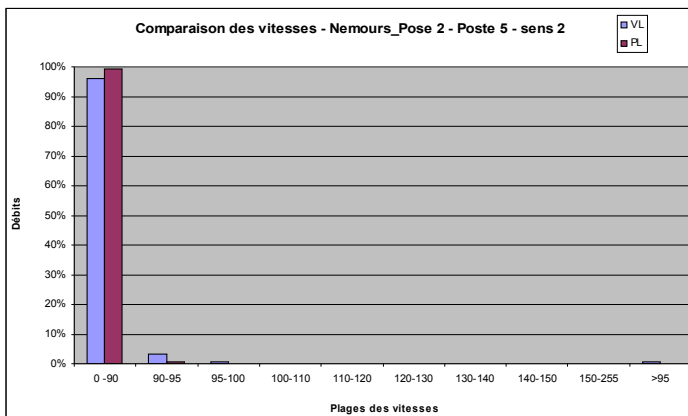
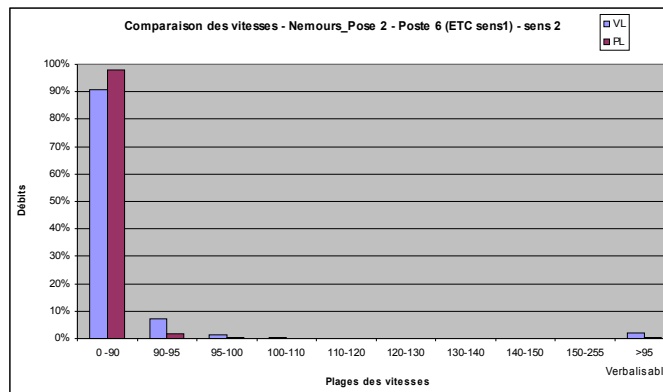
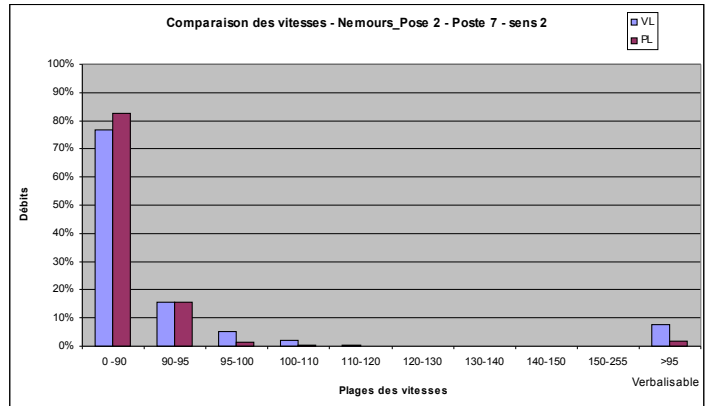
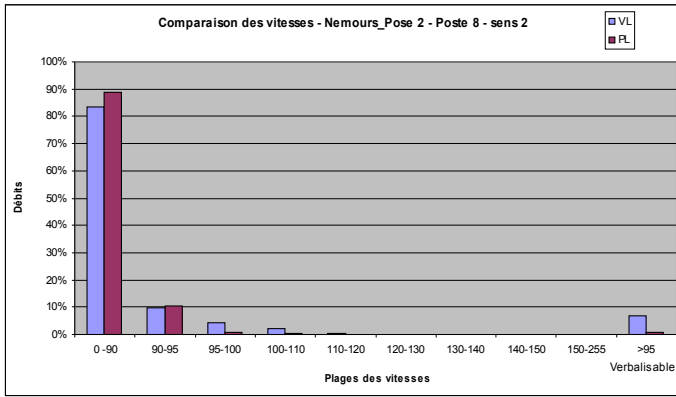
L'ETC se situe en milieu de chantier (cf. plan au paragraphe 3.3.2). La configuration de chantier et la pose de l'ETC sont identiques au sens 1 du chantier précédent. Les graphiques montrent des résultats sensiblement identiques. Il y a environ 10 % des usagers qui ne respectent pas la limitation de vitesse avant l'ETC. Au niveau de l'ETC, 5 % des usagers dépassent encore la limitation et après le contrôle automatique on constate une augmentation importante des vitesses. Sur le poste 8 le non respect de la limitation de vitesse approche les 20 %. Ce résultat conforte l'analyse précédente et montre que l'ETC a seulement un effet ponctuel sur les comportements, comparable à celui rencontré dans la zone d'influence des ETF. Les résultats sur le poste 8 (ou 5 du chantier précédent) sont inquiétants et pourraient montrer un effet pervers de l'ETC situé en milieu de chantier. Les graphiques de synthèse, ci-dessous, illustrent cet effet.



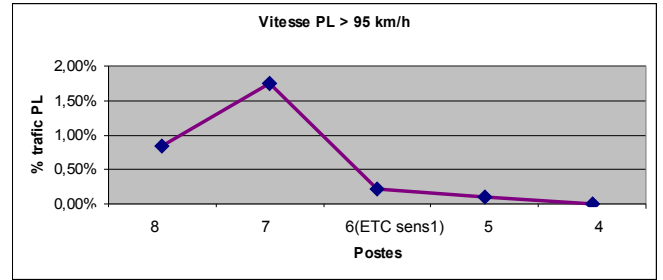
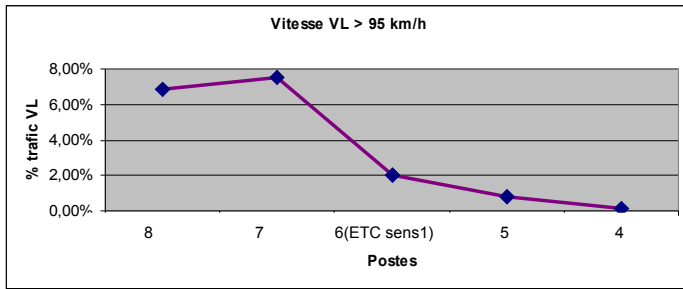
L'accélération constatée au poste 8 est peut-être aussi réalisée par les conducteurs pour se préparer à rentrer sur la section à 2 x 3 voies (hors chantier).

4.1.2.b. Résultats des mesures dans le sens 2

Dans le sens 2 la configuration est identique à celle du premier chantier. L'ETC contrôlant le sens 2 se situe en début de chantier et l'ETC contrôlant le sens 1 (poste 6) est visible des conducteurs roulant dans le sens 2.



Globalement les graphiques montrent les mêmes résultats que sur le premier chantier dans le sens 2. Il y a une baisse des vitesses pratiquées après le passage de l'ETC contrôlant le sens 1. Il est possible que le basculement de chaussée en fin de chantier fait ralentir les usagers (dans le sens 1, il n'y a pas de modification de la trajectoire des véhicules sur la voie de circulation et les vitesses enregistrées sont plus élevées).

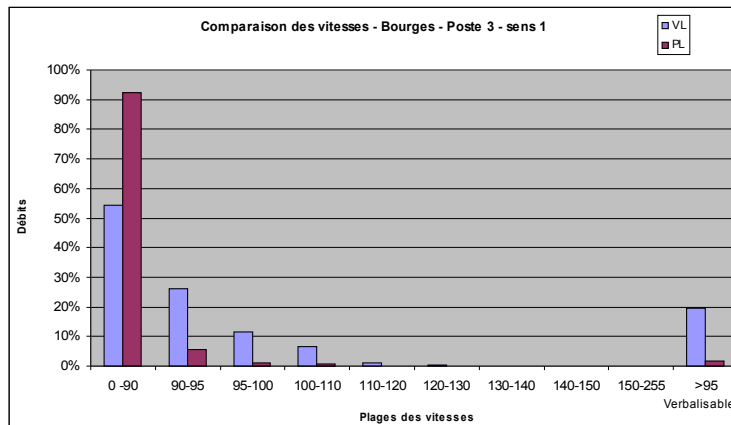
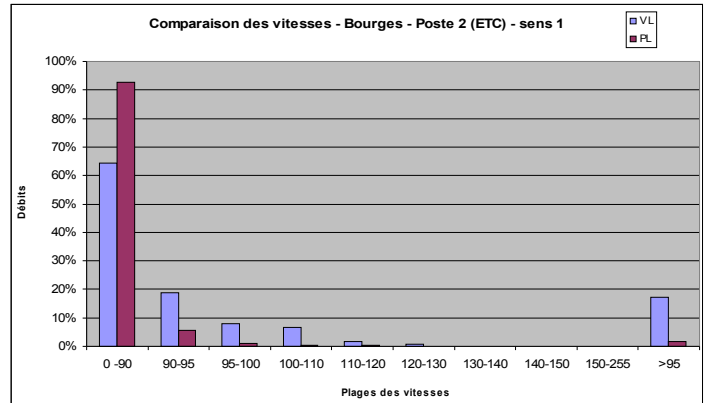
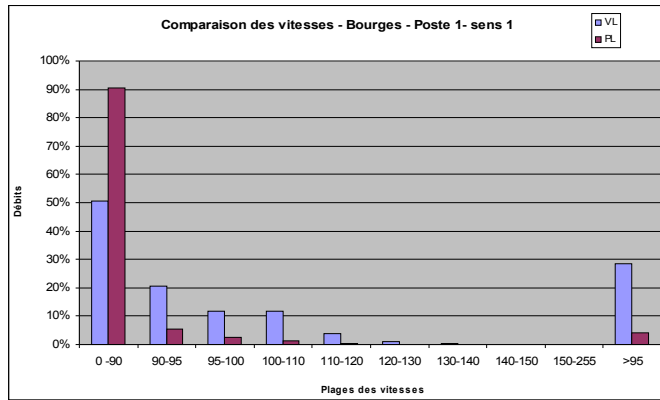


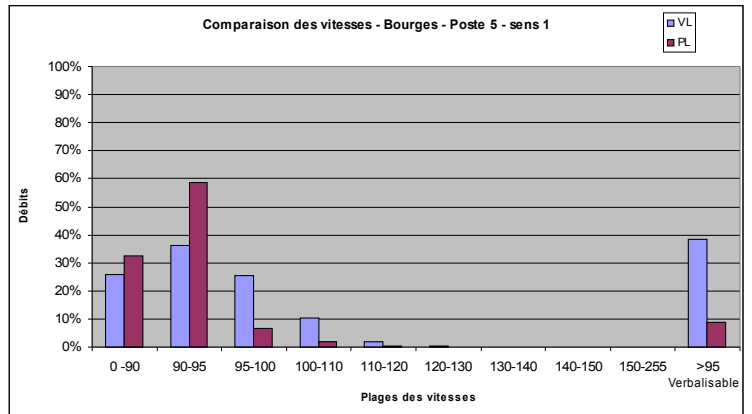
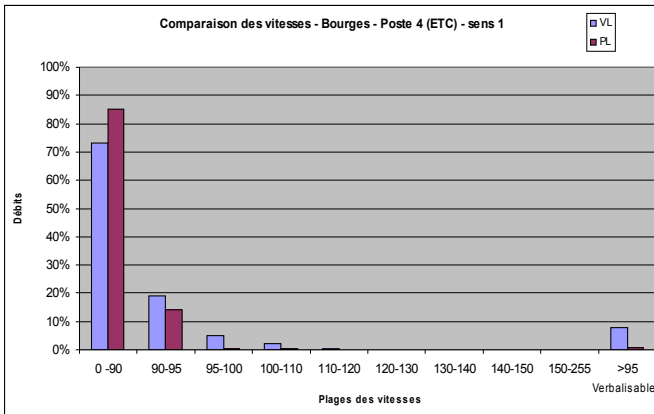
4.1.3. A71 – District du Cher – PR 227 au PR 237+800

La signalisation de chantier a été posée le lundi 18 juin avec une limitation à 90km/h. Elle a été déplacée le vendredi 22 juin avant 15h. Les compteurs ont été posés du mardi 19 juin au mercredi 27 juin. Les données des compteurs VIKING sont donc exploitables sur trois jours ouvrables du mardi 19 juin à 12h au vendredi 22 juin à 12h.

4.1.3.a. Résultats des mesures dans le sens 1

Sur ce chantier les deux ETC sont posés sur le sens 1. L'ETC fabricant 1 se situe au niveau du poste 2 et l'ETC fabricant 2 au niveau du poste 4 (cf. plan au paragraphe 3.3.3).

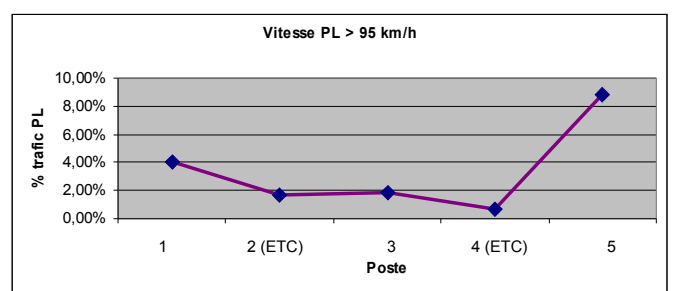
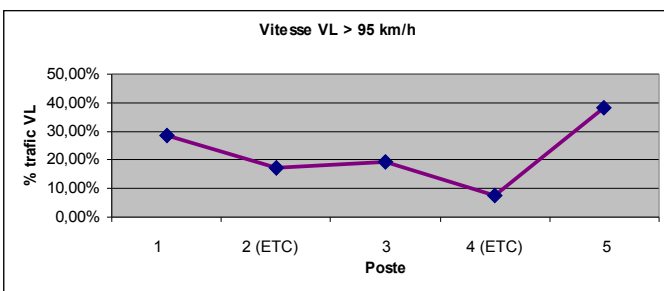




Les graphiques ci-dessus montrent qu'il y a environ 30 % des usagers qui ne respectent pas la limitation de vitesse en début de chantier (poste 1). Au niveau de l'ETC, situé au poste 2, il y a encore 15 % des usagers qui dépassent la limitation. Ensuite, au niveau du poste 3, il y a 20 % des usagers en infraction, puis les graphiques montrent une baisse significative des vitesses au passage de l'ETC situé au poste 4. Enfin, sur le poste 5, un grand nombre d'usagers accélère et près de 40 % des conducteurs sont en infraction.

Cet effet sur le dernier poste a été constaté sur les trois chantiers dans le sens1. Il peut s'expliquer par la géométrie rencontrée sur cette voie : grand alignement droit et pas de chicane en entrée et sortie de chantier, les usagers sont plus éloignés du chantier que sur le sens 2, en sortie de chantier les usagers augmentent leur vitesse pour s'adapter rapidement à la section courante à 2 x 3 voies limitée à 130km/h.

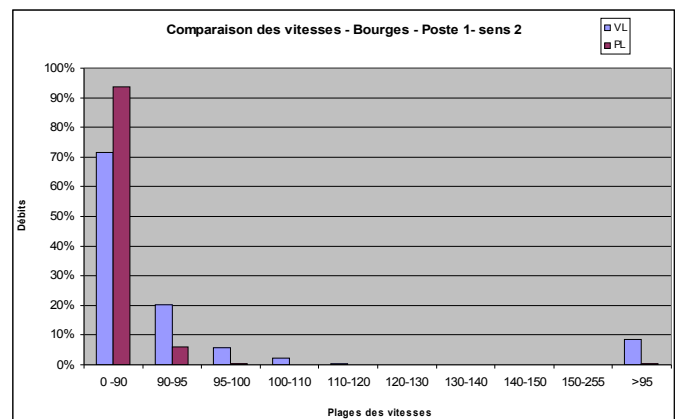
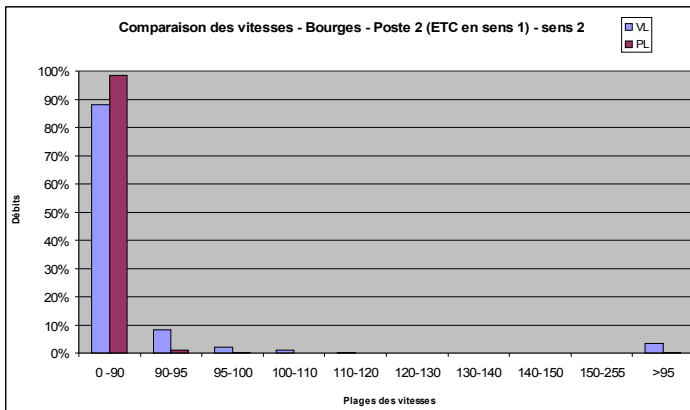
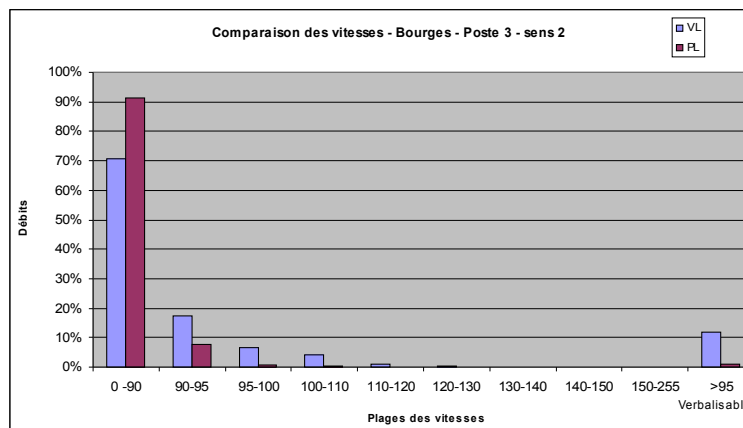
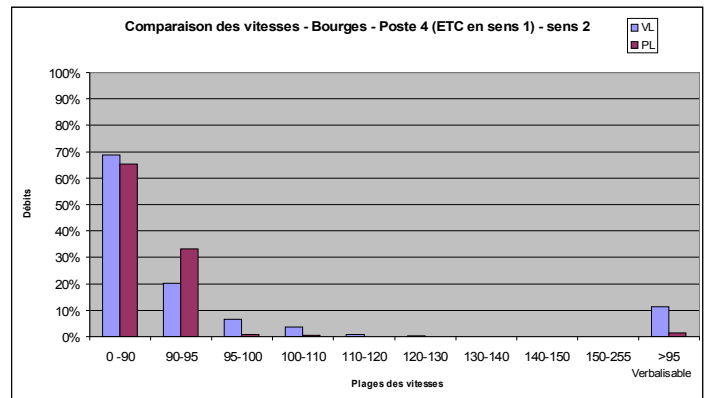
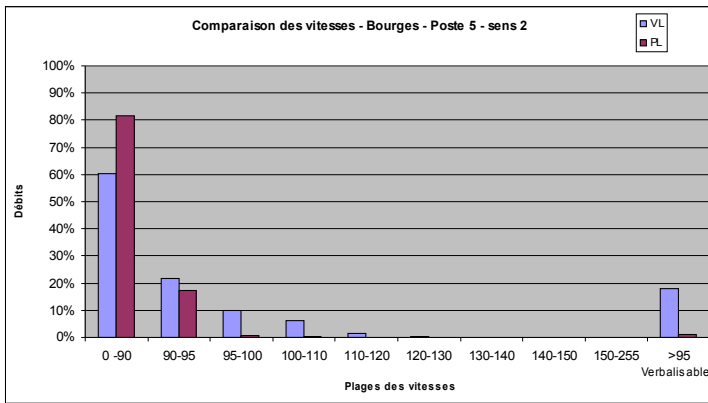
L'effet « radar » sur le comportement des conducteurs reste ponctuel. La baisse des vitesses est de l'ordre de 12 % sur chaque ETC. Les deux modèles d'ETC ont sensiblement la même efficacité par rapport au comportement des usagers.



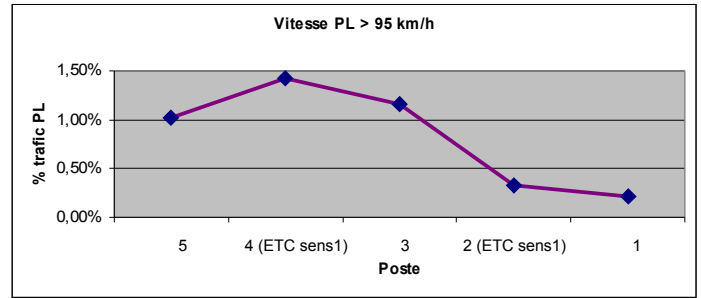
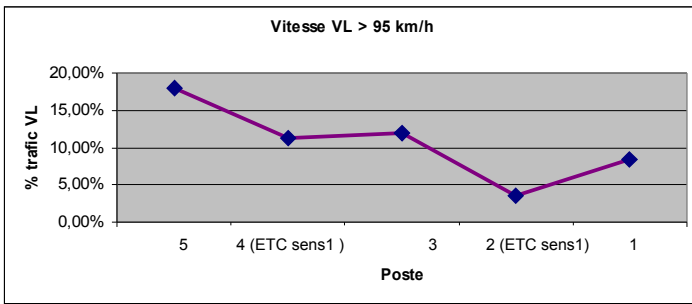
Les graphiques de synthèse montrent très nettement l'accélération d'un grand nombre de véhicules en fin de chantier. L'effet « radar » est stabilisé entre les deux ETC. Cette inter-distance entre les ETC pourrait être optimisée pour allonger la zone d'influence.

4.1.3.b. Résultats des mesures dans le sens 2

Dans le sens 2, il n'y a aucun ETC d'implanté. Les graphiques ci-après montrent cependant que les ETC contrôlant le sens 1 sont visibles des usagers roulant en sens 2 et ont un effet sur le comportement des usagers.



En comparant les résultats du poste 1 sens 1 avec les résultats du poste 5 sens 2 il semble que la chicane de début de chantier provoque un ralentissement des usagers (- 12 % d'infractions). Sur le poste 4, au niveau de l'ETC contrôlant le sens 1, on constate une baisse des vitesses pratiquées (un peu plus de 10 % des usagers en excès de vitesse). Les vitesses se stabilisent sur le postes 3. Sur le poste 2 l'effet « radar » est significatif (de l'ordre de 4 % d'infractions). Sur le dernier poste le graphique montre une augmentation des vitesses (9 % des usagers en excès de vitesse). Il y a une augmentation des vitesses en fin de chantier. Cela peut s'expliquer par la distance plus importante entre le poste 5 et la chicane d'extrémité qui est ici de l'ordre de 3km (contrairement aux deux chantiers précédents où la chicane d'extrémité était à environ 500 mètres du poste 5).



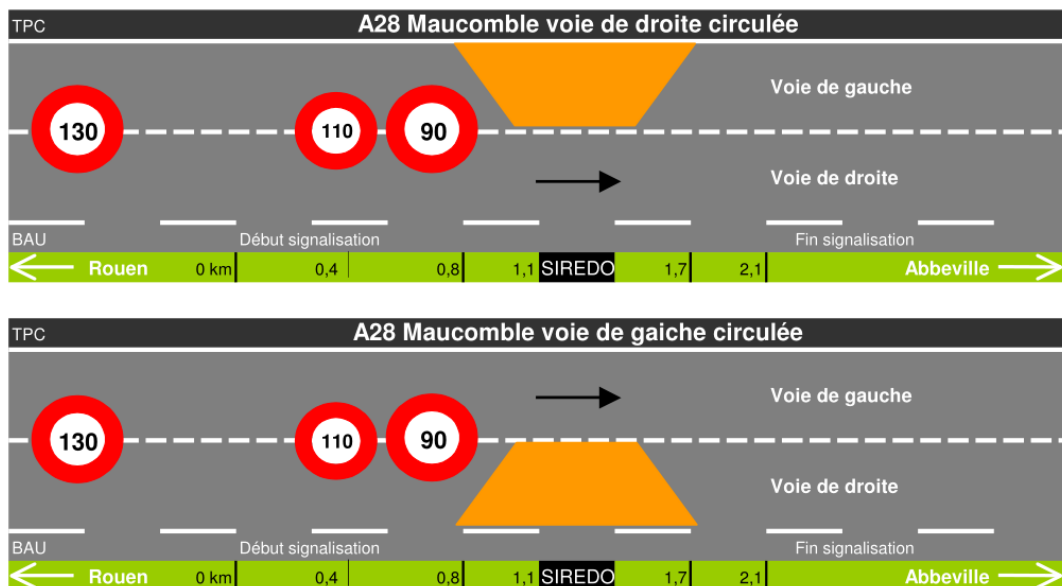
Concernant les PL le graphique montre que les conducteurs sont moins sensibles à l'ETC situé en poste 4 et contrôlant le sens 1. Le nombre de PL dépassant les 95km/h reste relativement faible. Il y a une légère baisse des vitesses en fin de chantier.

4.2. Effet global des dispositifs ETC

L'effet global des dispositifs ETC installés sur ces chantiers peut être comparé aux effets mesurés sur des chantiers de mêmes types non équipés d'ETC. Les études réalisées par le CETE Normandie-Centre (en 2010) et Ouest (en 2009) sont les seules références du réseau technique.

Le site de l'A28 de Maucombe (cf. Étude d'opportunité de contrôle automatisé au droit des chantiers fixes- février 2010 – CETE NC) possède des caractéristiques identiques aux sites ETC évalués et les résultats peuvent donc être comparés.

Ces caractéristiques sont détaillées ci-après :



Site	Maucombe
Route	A28
Type	Autoroute 2x2 voies
Limitation vitesse	130 km/h
Limitation vitesse chantier	90 km/h
Sens de circulation	PR décroissants
Début signalisation chantier	PR 68+000
Fin signalisation chantier	PR 65+900
Longueur zone signalisation	2,1 km
Début chantier	PR 67+200
Fin chantier	PR 66+300
Longueur zone chantier	0,9 km
Mesure de trafic	PR 66+900 - Station SIREDO
Trafic Moyen Journalier Annuel	14 000 véh.
Pente moyenne zone chantier	+ 0,9 %

L'étude du CETE Normandie-Centre a été réalisée en effectuant les recueils sur une station de comptage située au droit du chantier (sur une période de 10h à 16h en jour ouvrable). Il n'y a pas de basculement de chaussées. Les résultats sont les suivants :

		Site Maucombe	
		Voie droite (circulée)	Voie gauche
%	> 90 km/h	51	58
	> 95 km/h	29	35
	> 110 km/h	5	8
km/h	V50	91	93
	V85	101	104
	Vmoyenne	92	94
	Ecart-type	10	11
	Nombre	4494	4046
	% PL	34	31

La comparaison des résultats ne peut se faire que sur la période de fond de jour et sur le sens 1 (pas de chicane). Le tableau ci-après montre qu'en présence des ETC les vitesses pratiquées sont nettement plus faibles sur tous les chantiers.

Sens 1 (pas de chicanes)				Sens 2 (chicanes)			
%VERBALISABLE TV				%VERBALISABLE TV			
>90	>95	>100	>110	>90	>95	>100	>110

Nemours - Pose 1	fond de jour	21,9%	8,3%	3,0%	0,4%	5,7%	1,3%	0,3%	0,0%
	fond de nuit	30,4%	15,0%	8,0%	2,1%	10,0%	2,7%	1,1%	0,3%
	total	23,7%	9,4%	3,7%	0,6%	6,7%	1,7%	0,5%	0,1%

Nemours - Pose 2	fond de jour	24,4%	8,5%	2,9%	0,4%	8,3%	2,2%	0,6%	0,0%
	fond de nuit	37,2%	17,4%	9,8%	3,1%	13,6%	4,2%	1,9%	0,4%
	total	26,4%	9,7%	3,8%	0,8%	9,6%	2,7%	0,9%	0,1%

Bourges	fond de jour	41,8%	18,1%	7,3%	1,4%	24,2%	7,6%	2,5%	0,3%
	fond de nuit	45,1%	24,0%	14,0%	5,6%	35,4%	17,1%	10,0%	3,6%
	total	42,9%	19,6%	8,7%	2,1%	26,0%	9,2%	3,8%	0,8%

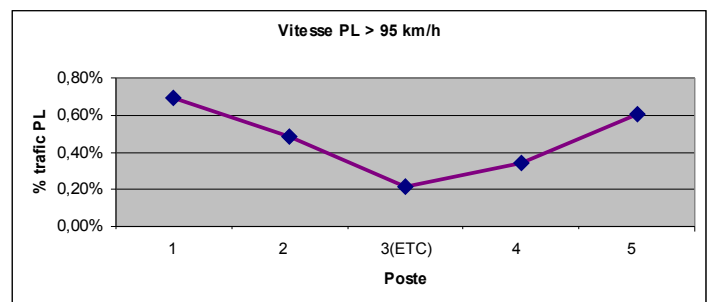
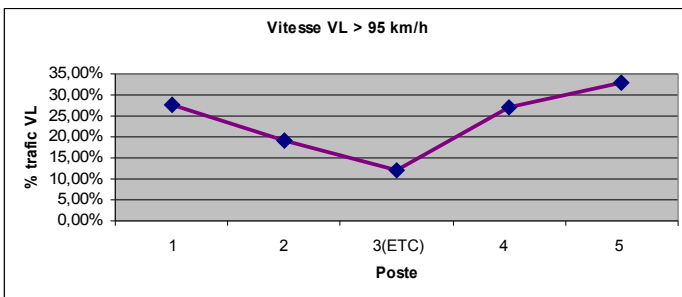
Sur le chantier de Bourges l'influence des ETC sur le comportement des usagers est plus faible que sur les autres chantiers. Ce chantier (10km) est deux fois plus long que ceux des sites de Nemours (3,1km et 5 km) et est moins comparable à celui de Maucombe (2,1km). L'effet positif constaté est donc très significatif. Les résultats de l'étude en présence des ETC intègrent l'ensemble des points de mesures et montrent un effet global très positif sur l'ensemble des chantiers.

4.3. Comportements des véhicules libres

Il est rappelé qu'un véhicule libre est non contraint par le véhicule qui le précède. Il est généralement caractérisé par un temps inter-véhiculaire supérieur à 4 secondes. Ces exploitations permettent de vérifier si les ETC ont une influence significative sur le comportement de ces usagers isolés qui représentent un facteur de danger important pour les agents de travaux.

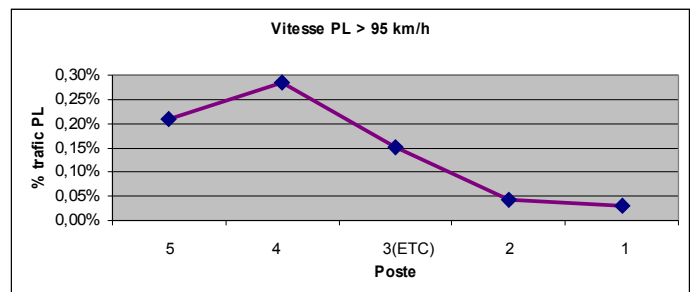
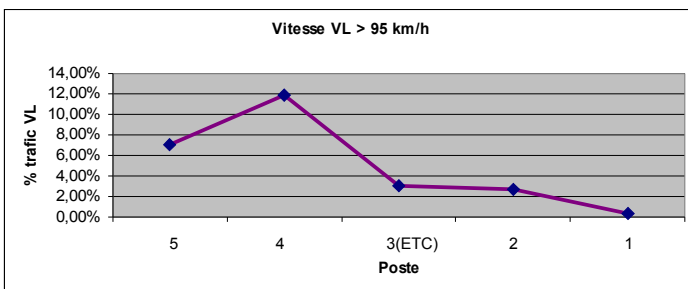
4.3.1. A6 – District de NEMOURS – PR 56+500 au PR 59+600

4.3.1.a. Résultats des mesures dans le sens 1



Les taux d'infractions des véhicules libres sont plus élevés. Les graphiques montrent des tendances comparables aux véhicules contraints par la circulation. Les usagers ralentissent à l'approche et au niveau de l'ETC. Ils accélèrent après le passage de l'ETC.

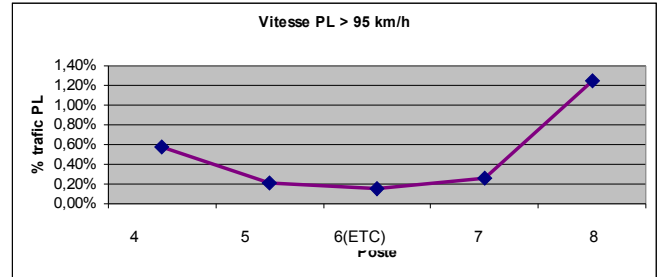
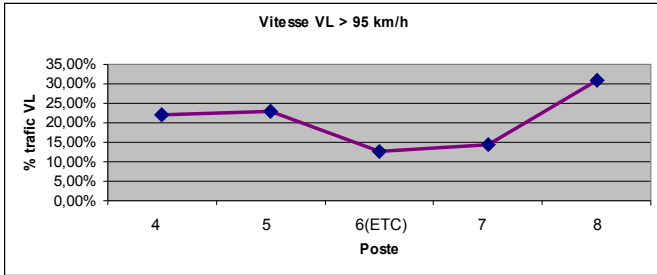
4.3.1.b. Résultats des mesures dans le sens 2



Les véhicules libres sont représentés par 50 % de PL. Les PL se trouvent souvent en têtes de pelotons et sont donc plus souvent identifiés en tant que véhicules libres. On constate la même tendance que sur les autres chantiers. La présence de l'ETC en sens1 est remarquée par les usagers de VL ou de PL roulant en sens 2.

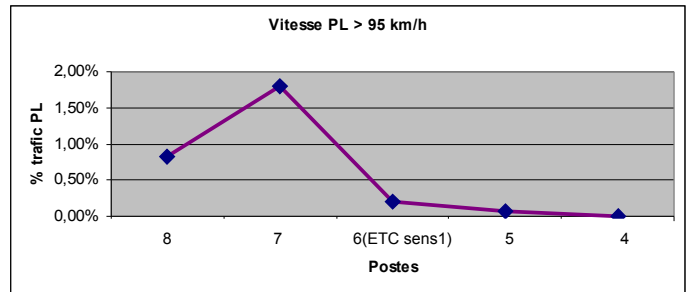
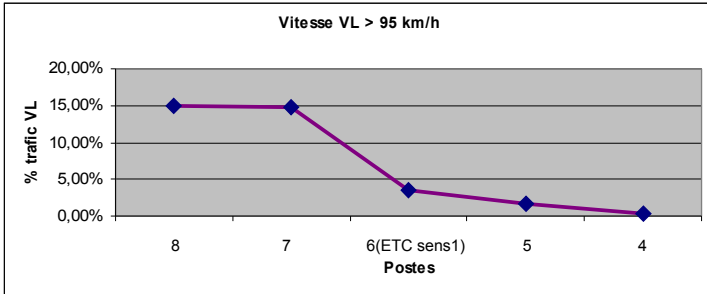
4.3.2. A6 – District de NEMOURS – PR 58+700 au PR 63+700

4.3.2.a. Résultats des mesures dans le sens 1



Avant l'ETC le nombre de VL libre dépassant la limitation de vitesse est supérieur à 20 %. Au niveau de l'ETC il reste encore 10 % de véhicules en infraction. Sur les postes 7 et 8 on constate une nette accélération des usagers. Dans une moindre mesure la tendance observée est identique sur le graphique des PL.

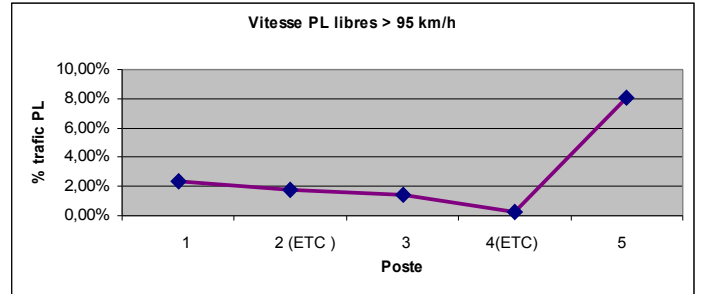
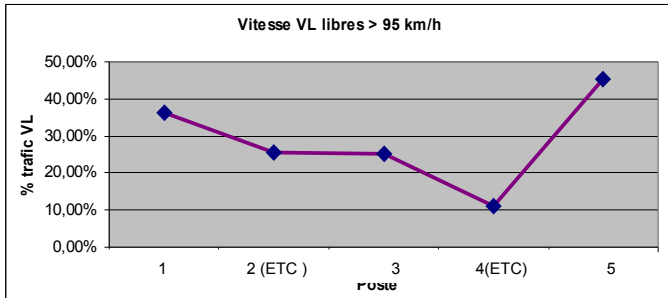
4.3.2.b. Résultats des mesures dans le sens 2



Dans le sens 2 on observe aussi davantage d'infractions des véhicules libres et la même tendance que sur les graphiques résumant le comportement de l'ensemble des conducteurs contraints ou non par la circulation. L'ETC contrôlant le sens1 a un effet significatif sur les usagers roulant en sens 2.

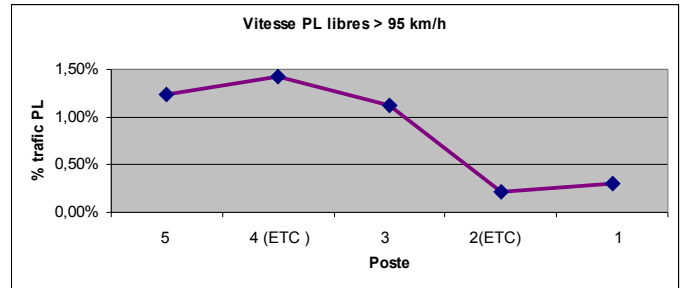
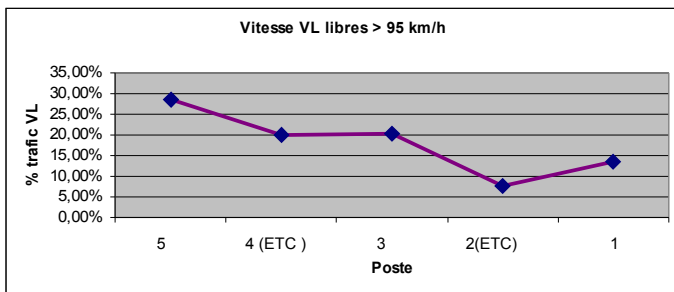
4.3.3. A71 – District du Cher – PR 227 au PR 237+800

4.3.3.a. Résultats des mesures dans le sens 1



Le graphique des VL libres montrent la même tendance que celui prenant en compte l'ensemble des véhicules (cf paragraphe 4.1.3.a). Les VL libres sont un peu plus nombreux à dépasser les 95km/h. En ce qui concerne les PL il n'y a pas de différence de comportement. La limitation de vitesse étant proche de celles spécifiques aux PL. L'accélération d'un grand nombre d'utilisateurs de VL et de PL est constatée sur le dernier poste de comptage.

4.3.3.b. Résultats des mesures dans le sens 2



Les courbes des graphiques des véhicules libres ont les mêmes tendances que celles définies sur la totalité des trafics. On constate une augmentation des vitesses des VL en fin de chantier. Le graphique correspondant aux PL est sensiblement identique à celui réalisé sur la totalité des trafics.

5.Synthèse

Malgré l'absence de mesures en état zéro (pas de mesure sur les chantiers avant la pose des ETC) et état 2 (pas de mesure sur chantier après la dépose des ETC), l'expérimentation a montré l'influence des ETC sur les chantiers. Les mesures réalisées ont permis d'évaluer l'effet au droit de chaque poste de comptages (effet ponctuel), l'effet sur l'ensemble des postes de comptages par sens de circulation (effet global) et de caractériser le comportement des conducteurs lorsqu'ils ne sont pas soumis aux contraintes de circulation.

L'étude montre que les usagers sont sensibles à la présence des ETC dans les deux sens de circulation et même si les contrôles ont lieu uniquement dans le sens de circulation opposé. Les

usagers ralentissent en approche et au droit des ETC. Ils ont tendance à accélérer après le passage de l'ETC.

En comparant les résultats des mesures avec ceux du chantier de l'A28-Moncomble (non équipé d'ETC) on constate que les vitesses pratiquées sont nettement moins élevées en présence d'ETC. Même si les usagers ont tendance à accélérer après le passage de l'ETC la vitesse moyenne pratiquée sur l'ensemble de la traversée du chantier reste beaucoup plus faible.

Les usagers non contraints par la circulation ont sensiblement les mêmes types de comportements que les autres conducteurs (réduction des vitesses avant et au droit des ETC). Les conducteurs de VL pratiquent des vitesses plus élevées. Les conducteurs de PL font peu d'infractions, car leur propre limitation de vitesses (80km/h à 100km/h) est proche de celles des chantiers.

Il existe un effet de voies. Dans le sens 1, la voie est plus éloignée du chantier et les automobilistes sont moins contraints par les caractéristiques de la voie. Il n'y a pas de chicane d'extrémités. Dans le sens 2, la voie comporte une chicane d'entrée et les vitesses sont plus réduites sur le premier poste. La voie est plus proche du chantier. En fin de chantier une autre chicane oblige les usagers à ralentir. Les vitesses pratiquées sur le sens 2 sont donc plus faibles.

6.Perspectives

Compte-tenu de ces résultats il semble intéressant de déployer les systèmes ETC. Les résultats montrent que le système a une efficacité du même type que celle des ETF. L'influence des ETC est plus importante à proximité des lieux d'implantations et il serait préférable de les déplacer en fonction des lieux de travail des agents pour optimiser leur sécurité.

Un système de contrôle automatique des vitesses moyennes (ETVM) pourrait également permettre d'avoir un meilleur respect des limitations sur des chantiers de grandes longueurs et éviterait de réaliser des déplacements fréquents des ETC. Il aurait cependant l'inconvénient de contrôler les vitesses de façon uniforme sur tout le chantier et de ne pas signaler le ou les secteurs d'activités des agents de travaux.

Le déploiement des ETC et la communication sur ces dispositifs peut aussi engendrer un effet encore plus significatif sur les usagers. Il serait intéressant de vérifier après le déploiement si les usagers changent de comportement sur tous les chantiers (équipés ou non d'ETC).



**Centre d'Études Techniques de l'Équipement
de l'OUEST**

MAN – 9 rue René Viviani – BP 46223
44262 NANTES Cédex 02
Tél : 02 40 12 83 01
Fax : 02 40 12 84 44

