

**Opération de recherche SERRES :
Évaluation multicritère : application à la
sécurisation et à la modernisation de l'axe
Yvetot – La Mailleraye
(Département de Seine-Maritime)**

**Compilation de rapports d'études utilisées pour
l'évaluation multicritère**



Rapport de recherche

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	01/08/14	

Affaire suivie par

Eric Violette - DITM / Groupe ESM / ERA34
Tél. : 02 35 68 81 33 / Fax : 02 35 68 81 23
Courriel : eric.violette@cerema.fr

Rédacteurs

Eric VIOLETTE - DITM / Groupe ESM / ERA34
Olivier MOISAN - DITM / Groupe SR / ERA34

Remerciements pour leur contribution à ces travaux :

Peggy Subirats, Cyrille Le Lez, Alexandre Hublart, David Doucet, Lucien Di Giacomo, Béatrice Groult, Yohan Dupuis – DITM / Groupe ESM ; Olivier Bisson – DITM / Groupe SR

Les personnels de la direction des routes du Département de Seine-Maritime

La compilation suivante intègre une sélection de rapports d'études produits dans le cadre de la sécurisation et de la modernisation de l'axe Yvetot – La Mailleraye, opération de sécurité routière conduite par le Département de Seine-Maritime avec le concours et l'assistance du Cerema / Dter Normandie-Centre.

1. Vitesses pratiquées sur l'axe Yvetot – La Mailleraye : décrit les outils et méthodes utilisés, les mesures réalisées ainsi que les indicateurs calculés pour décrire les vitesses pratiquées en différents points de l'itinéraire. En complément, ces mesures ont été utilisées pour établir le profil V_{85} sur l'ensemble de l'itinéraire.
2. Application du profil V85 pour l'étude des zones à risque : décrit l'utilisation de la méthode expérimentale de fusion des mesures de vitesses bord de voie et embarquées pour estimer un profil V85 sur l'itinéraire. Le profil ainsi calculé est appliqué vis à vis de trois types de risque d'accidents les plus fréquents (en intersection, en perte de contrôle, impliquant un usager vulnérable). Enfin, une analyse des contre mesures envisagées est effectuée afin d'évaluer elles tendent effectivement vers l'objectif « route plus sûre / route sans accident ».
3. Estimation de la demande et de l'offre de dépassement avant/après aménagement : décrit cette estimation réalisée à partir des recueils de données microscopiques de trafic effectués sur l'axe (Cf. Vitesses pratiquées sur l'axe Yvetot – La Mailleraye). L'intérêt essentiel est de s'appuyer sur ces mesures pour calculer l'influence réelle de la composition du trafic sur le demande de dépassement et la réduction de l'offre.
4. Analyse du risque en carrefour : VC8 – RD104 – VC2 : décrit la mise en œuvre du dispositif expérimental de recueil des conflits de cisaillement en intersection sur ces trois carrefours, l'analyse des informations relevées et le calcul d'un indicateur de risque qui permet de classifier ces intersections.
5. Évaluation de l'aménagement de l'intersection de la RD131 avec la route de la Quenellerie et du Vieux Louvetot : décrit l'évaluation avant/après de l'aménagement « carrefour chicane » de cette intersection et notamment les impacts sur les vitesses pratiquées afin de réduire les risques et la gravité au point de conflit.

RAPPORTS

CETE
Normandie Centre

DITM
Département
Infrastructures de
Transport
Multimodales

Groupe
Exploitation de la route
Simulation dynamique
Métrologie

Avril 2010

Vitesses pratiquées sur l'axe Yvetot - La Mailleraye



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
Version 1	Alexandre Hublart	1 ^{ère} relecture P.Subirats_26/03/2010
Version 2	Alexandre Hublart	2 ^{ème} relecture E.Violette_21/04/2010

Affaire suivie par

- Département des Infrastructures de Transport Multimodales - GESM -
Tél. 02 65 68 81 35 / fax 02 35 68 81 23
Mél. Alexandre.hublart@developpement-durable.gouv.fr

Référence Internet

<http://www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr>

Référence Bibliographique

Bilan accidentologique et visite de sécurité réalisée par le CETE Normandie – Centre – décembre 2009

Référence du marché

MISSION DE CONTRÔLE EXTERIEUR
ETUDES ET AMENAGEMENTS DE SECURITE
LOT N°11 – Secteur de Rouen
MARCHE N°207102



SOMMAIRE

1. Présentation de l'étude.....	7
1.1. Objectif et contexte	7
1.2. Méthodologie	9
1) Matériel	9
2) Points de mesure de vitesse.....	9
3) Indicateurs.....	11
2. Présentation des résultats.....	13
2.1. Vitesses des VL libres	13
1) Semaine.....	13
2) Week-end.....	15
3) Analyse des résultats.....	15
2.2. Vitesses des PL libres	19
1) Semaine.....	19
2) Analyse des résultats.....	21
2.3. Conclusion sur vitesses des véhicules libres.....	21
2.4. Vitesses tous véhicules.....	23
3. Bilan et perspectives.....	25
ANNEXES.....	27
Annexe 1 : Présentation des points de mesure.....	28
Annexe 2 : Carte des vitesses de jour des VL libres.....	32
Annexe 3: Carte des vitesses de nuit des VL libres	33
Annexe 4 : Tableau des vitesses des véhicules légers libres	34
Annexe 5 : Tableau des vitesses des poids lourds libres.....	35

Table des illustrations

<i>Figure 1 : Itinéraire Yvetot La Mailleraye</i>	<i>6</i>
<i>Figure 2 : Points de mesure sur l'axe Yvetot - La Mailleraye</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Trafic typique de la RD 490 sur une journée</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 1 : Résultats des vitesses pratiquées par les VL libres sur l'itinéraire.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 4a : Comparaison des vitesses moyennes des VL libres sens La Mailleraye Yvetot.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 4b : Comparaison des vitesses moyennes des VL libres sens Yvetot La Mailleraye.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 2 : Mesures de vitesse ONISR (2008).....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 3 : Résultats des vitesses pratiquées par les PL libres sur l'itinéraire.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 5a : Comparaison des vitesses moyennes des PL libres sens La Mailleraye Yvetot.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 5b : Comparaison des vitesses moyennes des PL libres sens Yvetot La Mailleraye.....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 4 : Résultats des vitesses pratiquées par l'ensemble des VL et par l'ensemble des véhicules.....</i>	<i>22</i>

Plan de situation

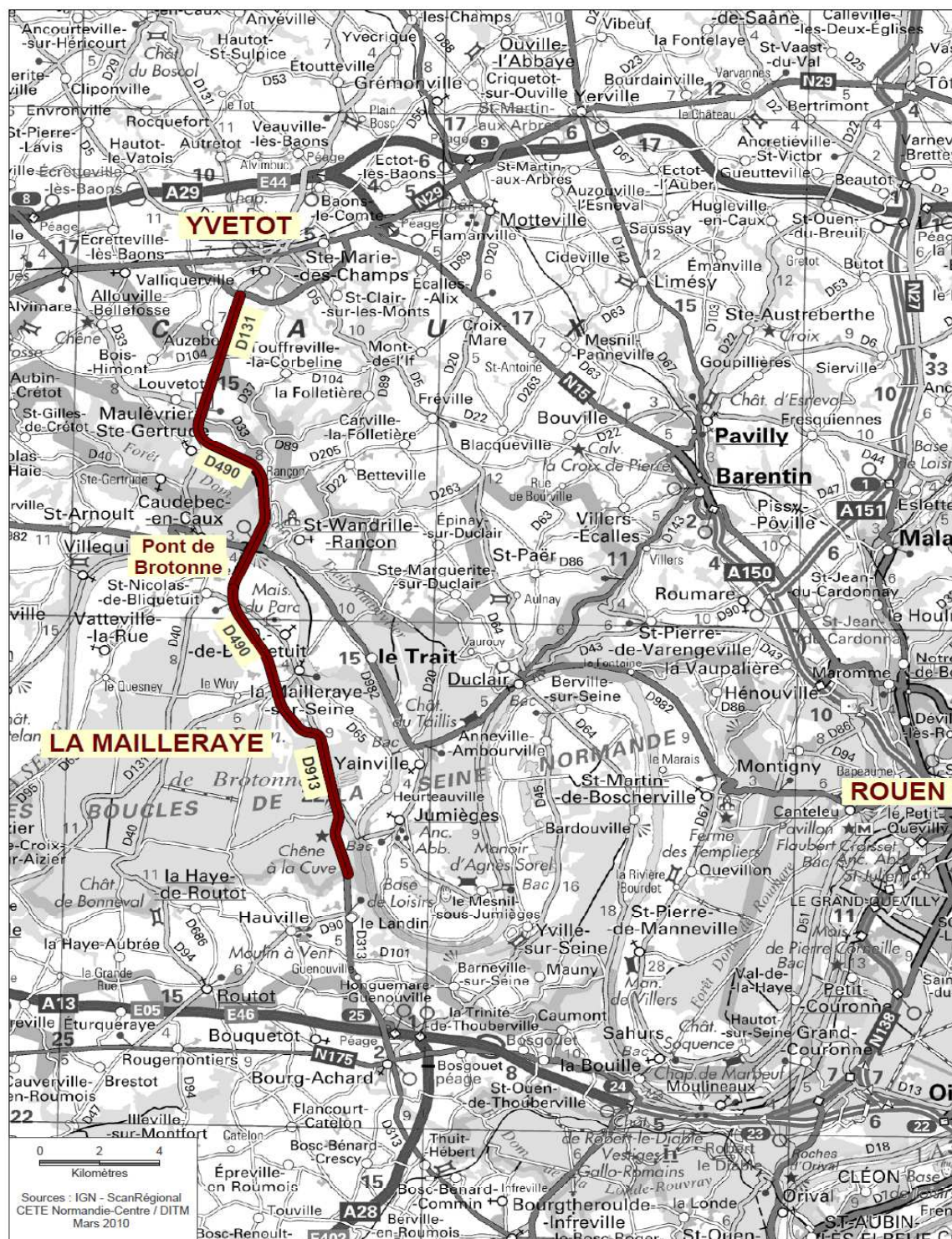


Figure 1 : Itinéraire Yvetot La Mailleraye

Présentation de l'étude

1.1. Objectif et contexte

Dans le cadre d'un vaste chantier de réaménagement de l'axe reliant Yvetot à La Mailleraye, le CG 76 a commandé une étude au CETE Normandie Centre traitant de la vitesse pratiquée sur cet itinéraire.

Il a en effet été constaté que sur certaines portions, les vitesses pratiquées étaient très élevées mais aucunes mesures n'avaient jusque là été effectuées. De plus, suite à une étude accidentologique réalisée en décembre 2009 par le CETE Normandie Centre, il a été conclu que *« la vitesse est à l'origine de nombreux conflits : vellétés de dépassement dans les intersections, vitesse que l'on retrouve dans la gravité des chocs »*.

L'objectif de cette étude est d'établir un profil de vitesse V_{85} sur l'ensemble de l'itinéraire. Les résultats de cette étude constitueront une situation de référence pour la suite du projet.

Itinéraire Yvetot - La Mailleraye

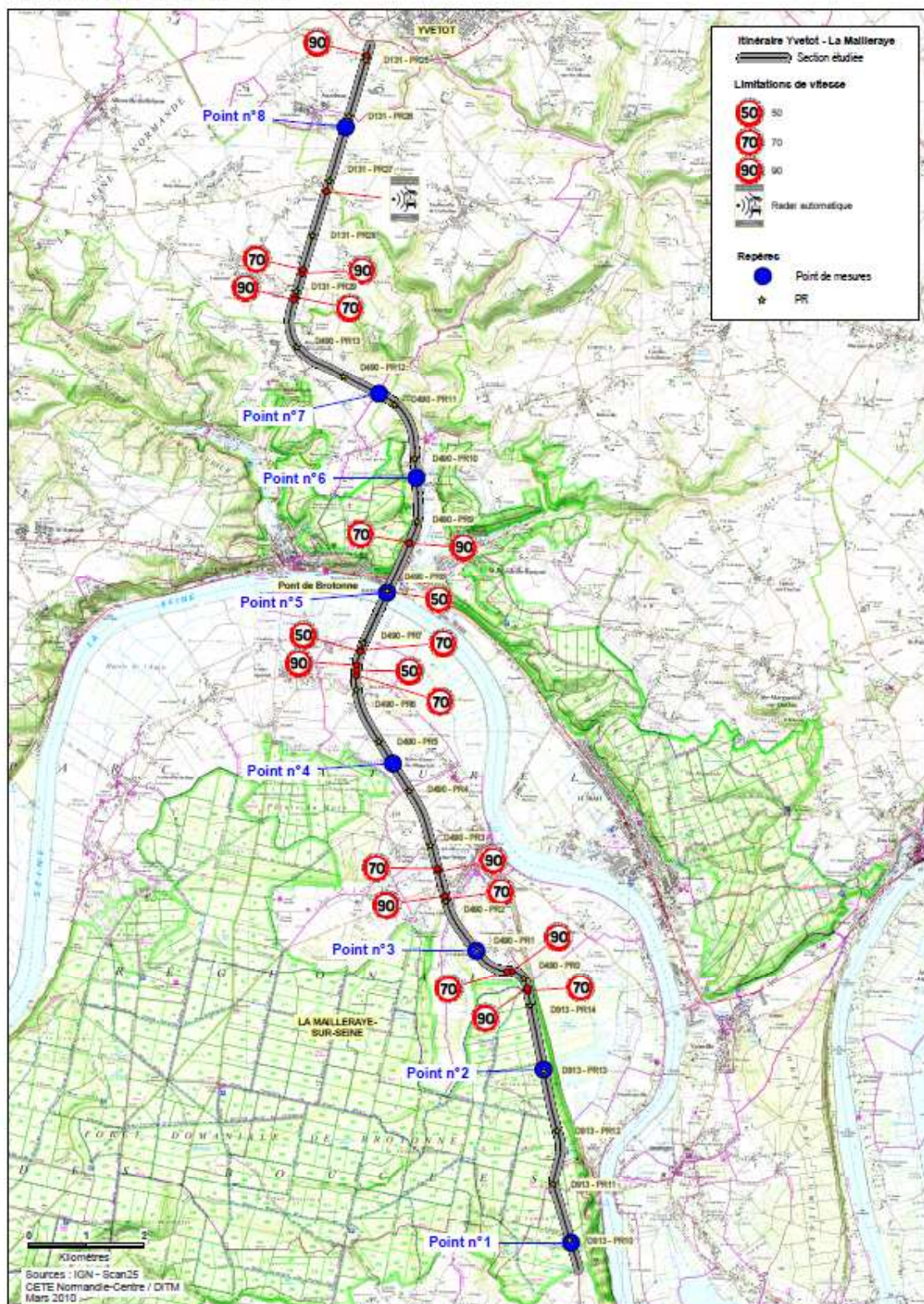


Figure 2 : Points de mesure sur l'axe Yvetot - La Mailleraye

1.2. Méthodologie

1) Matériel

Pour la création d'un profil de vitesse, nous avons utilisé des analyseurs de trafic bord de voie de la marque STERELA[®] associés à des tuyaux pneumatiques et un analyseur de trafic SFERIEL[®]. Les analyseurs ont été mis en place durant une période de 8 à 9 jours, afin de disposer d'une semaine complète de mesures.

Les mesures ont été réalisées entre le 12 et le 30 octobre 2009.

2) Points de mesure de vitesse

Au total, nous avons effectué 8 points de comptage sur l'ensemble de l'itinéraire. Chaque point de comptage devait répondre aux critères particuliers suivants :

- ligne droite.
- vitesse limitée à 90 km/h.
- localisé à plus de 500 m de tout élément pouvant affecter les vitesses pratiquées (feux, giratoire, stop...).
- hors agglomération.
- zone non impactée par les futurs aménagements des intersections, en particulier les giratoires.

Seul le point de mesure se situant sur le pont de Brotonne est différent puisque d'une part la zone est limitée à 50 km/h et d'autre part, la circulation s'effectue sur une seule voie. C'est sur ce point que nous avons utilisé le radar SFERIEL[®] car il était impossible de poser des analyseurs avec des tuyaux pneumatiques à cet endroit.

La figure 2 présente l'emplacement des points de mesures et ces derniers sont décrits en Annexe 1.

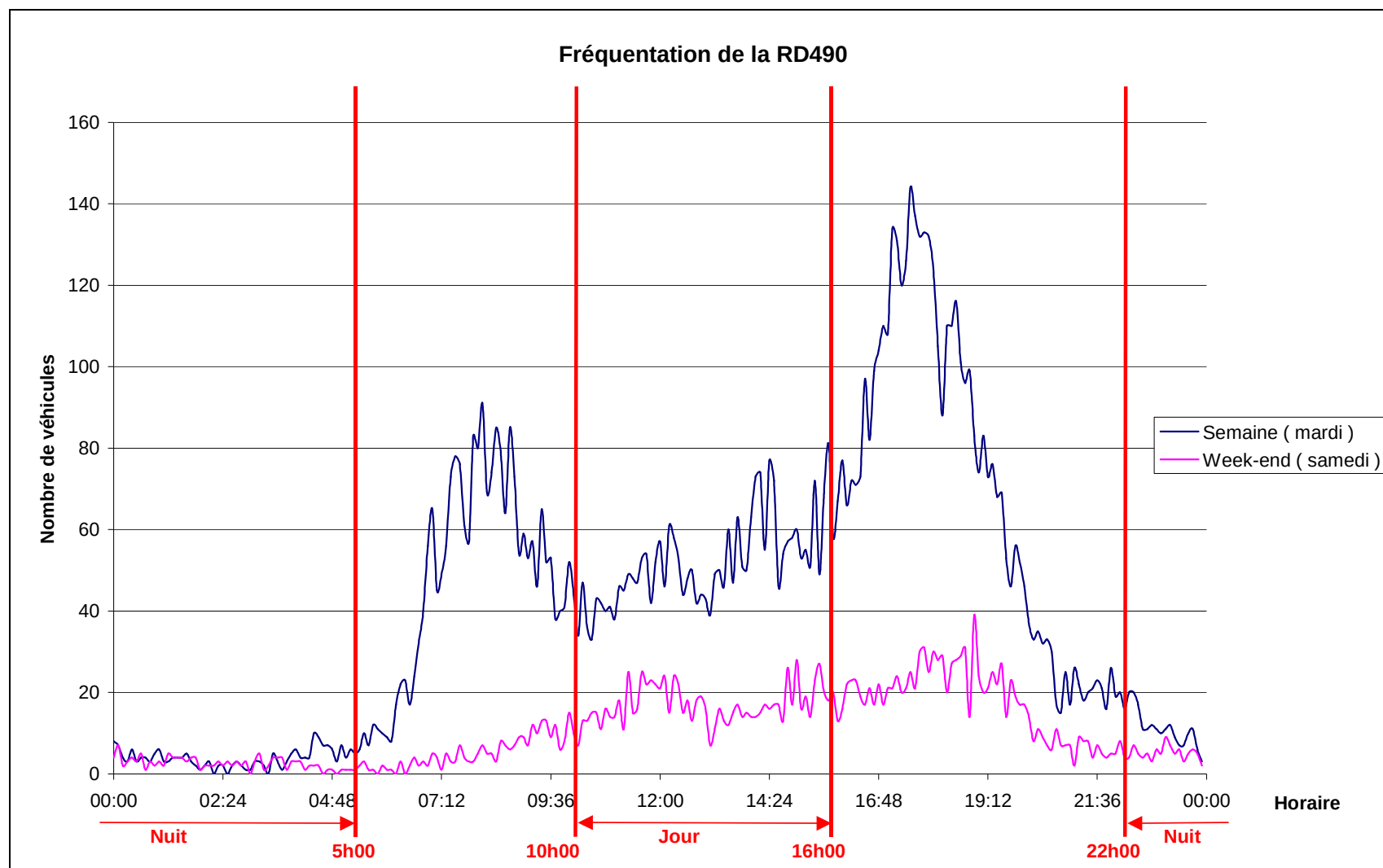


Figure 3 : Trafic typique de la RD 490 sur une journée

3) Indicateurs élaborés

Le trafic est décomposé de la manière suivante :

- Catégorie de véhicules : VL et PL
- Modalité du trafic la semaine : lundi au vendredi et week-end
- Modalité du trafic la journée : jour et nuit

Les modalités de trafic sont choisies à partir de la courbe du débit. La figure 3 présente un exemple de débit sur une journée. Ainsi, nous avons considéré que la modalité « jour » se situe entre 10h00 et 16h00 et la modalité « nuit » entre 22h00 et 5h00. La figure 3 illustre cette décomposition.

Les indicateurs élaborés sont les suivants :

- V_{50} : la vitesse au-dessus de laquelle circulent 50 % des véhicules,
- V_{85} : la vitesse au-dessus de laquelle circulent 15 % des véhicules,
- Vitesse moyenne des véhicules,
- En plus de ces trois indicateurs, nous avons calculé le pourcentage d'usagers circulant au-delà de la vitesse réglementaire ainsi que le pourcentage circulant 10 km/h au-delà de la vitesse réglementaire.

Enfin, les analyses des vitesses pratiquées ont été effectuées en considérant les populations suivantes :

- Les véhicules libres de circuler à leur vitesse destinée. Ces véhicules ont un temps intervéhiculaire avec le véhicule précédent supérieur à 5 secondes.
- L'ensemble des véhicules circulant sur l'itinéraire.

Point	Semaine								Week-end							
	Jour				Nuit				Jour				Nuit			
	V50	V85	%> Vreg	Vmoy	V50	V85	%> Vreg	Vmoy	V50	V85	%> Vreg	Vmoy	V50	V85	%> Vreg	Vmoy
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	90	105	48	92	97	116	66	98	90	102	45	91	92	109	57	97
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	92	105	52	93	97	116	68	98	92	102	51	94	92	109	54	94
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	94	109	61	95	100	120	75	101	92	105	59	95	94	112	67	98
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	90	105	48	92	100	116	69	99	92	102	48	92	92	109	57	95
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	92	105	59	94	94	116	73	100	90	105	59	94	94	112	63	98
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	90	100	41	88	97	112	58	96	92	100	37	94	94	105	50	96
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	90	105	55	92	98	120	75	99	92	102	54	93	92	112	57	95
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	94	109	60	96	97	120	70	102	92	105	58	95	97	109	66	97
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	70	80	47	70	72	85	56	76	71	82	53	72	70	82	49	72
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	90	100	41	92	100	120	74	103	90	105	48	93	94	112	60	97
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	96	113	81	98	101	124	86	105	98	113	86	101	98	117	80	102
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	90	105	46	92	94	112	67	97	90	105	46	91	90	105	49	92
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	94	109	66	97	100	120	72	101	94	109	63	96	94	109	60	95
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	91	101	59	92	98	117	76	101	93	104	63	94	93	106	59	95
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	89	97	32	90	93	105	50	94	87	94	26	87	87	102	39	90
MOYENNE	92	105		93	98	117		100	92	104		94	93	109		96

Vmoy : Vitesse moyenne

Note : V50, V85 et Vmoy sont exprimés en km/h

Tableau 1 : Résultats des vitesses pratiquées par les VL libres sur l'itinéraire

2. Présentation des résultats

2.1. Vitesses des VL libres

Un tableau plus détaillé de ces vitesses et les cartes représentant les points de mesure accompagnés des vitesses sont données en annexes 4 et 5.

D'après le tableau 1, on peut noter plusieurs points :

1) Semaine

- Les V_{85} de l'ensemble des points, aussi bien de jour que de nuit, sont bien au-delà de la vitesse réglementaire (90 km/h).
- Le pourcentage d'usagers circulant au-dessus de la vitesse réglementaire est compris entre 50 et 60 % le jour et entre 60 et 70 % la nuit.
- La vitesse moyenne est elle aussi supérieure à la vitesse réglementaire.
- Trois points particuliers ressortent de tous ces résultats :
 - Le point 6 dans le sens Yvetot-La Mailleraye possède les V_{85} les plus importantes (avec une V_{85} de 113 km/h le jour et 124 km/h la nuit) ainsi que le taux d'infraction le plus élevé.
 - En revanche, sur le point 8 dans le sens Yvetot-La Mailleraye, le pourcentage de conducteurs roulant au-delà de la vitesse réglementaire est très faible vis à vis des autres résultats puisque l'on observe 32% le jour et 50% la nuit. La V_{85} reste néanmoins au-dessus de 90 km/h quelque soit le moment de la journée.
 - Le point situé sur le pont de Brotonne (point 5) est lui aussi impacté par le niveau élevé des vitesses pratiquées puisque même si sur ce point, la vitesse est limitée à 50 km/h, les V_{50} , V_{85} et V_{moy} sont nettement au-dessus de la vitesse réglementaire (+35 km/h pour la V_{85} la nuit).
- Les usagers de cet axe roulent près de 15 km/h plus vite la nuit que le jour.
- Aucun des deux sens de circulation ne se distingue de l'autre car ils sont très rapides l'un et l'autre.

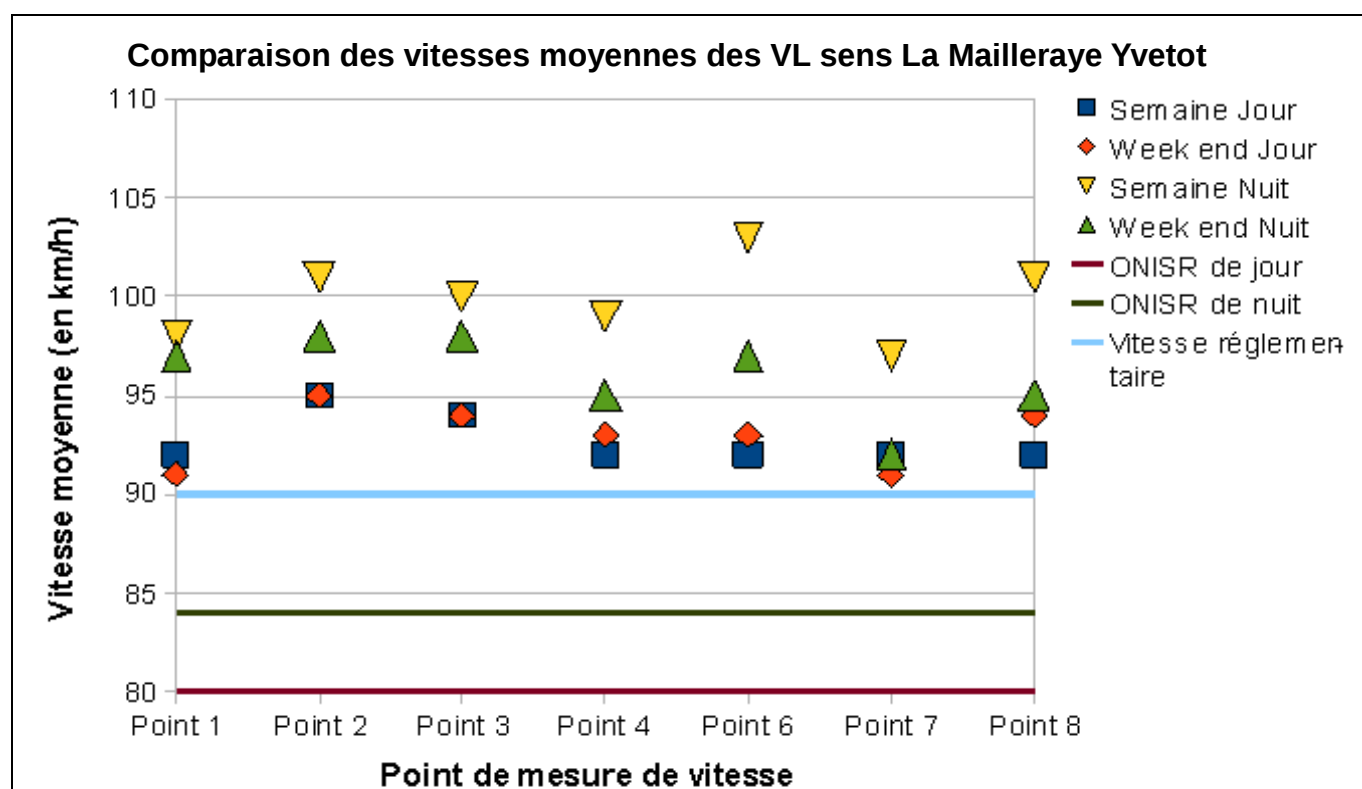


Figure 4a : Comparaison des vitesses moyennes des VL libres sens La Mailleraye-Yvetot

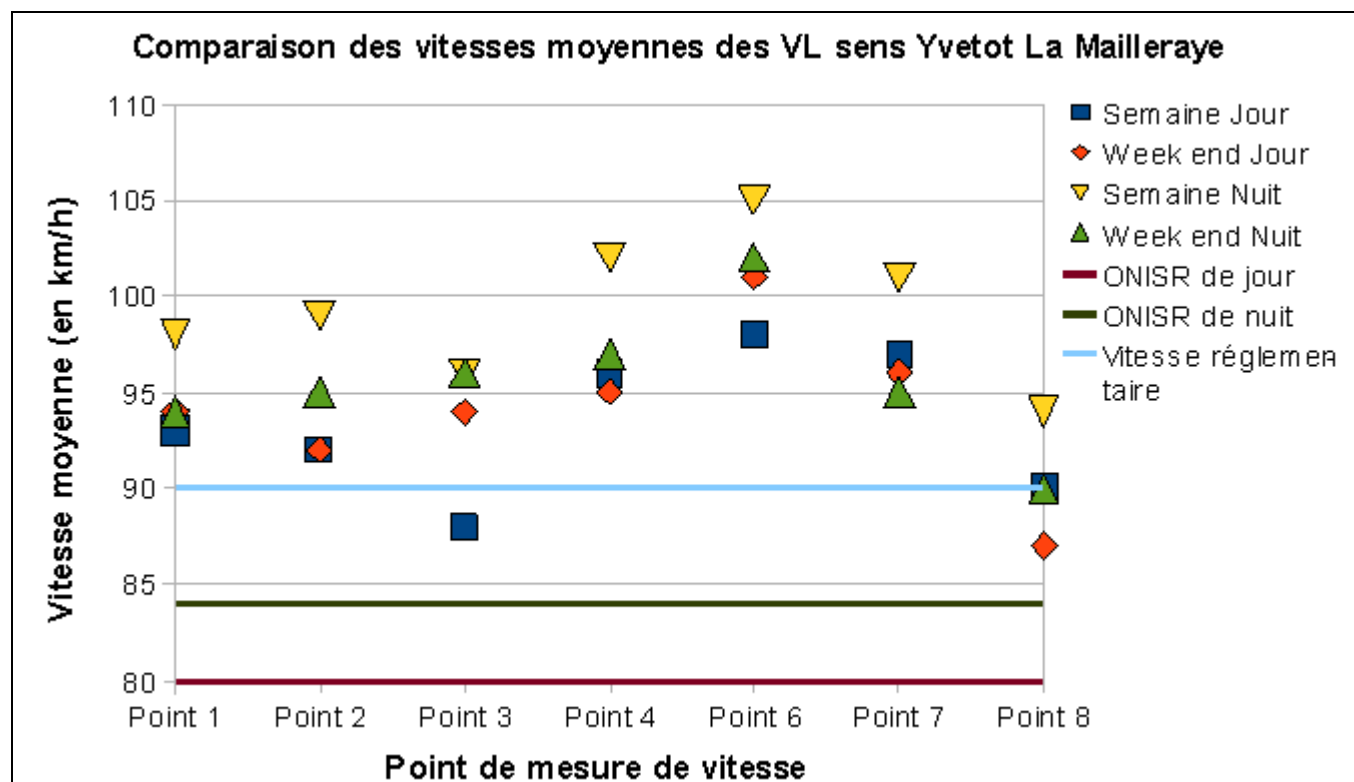


Figure 4b : Comparaison des vitesses moyennes des VL libres sens Yvetot-La Mailleraye

2) Week-end

- **Sur chaque point, quelque soit le sens de circulation, les V_{50} , V_{85} et V_{moy} sont toujours au-delà de la vitesse autorisée.**
- On retrouve les même points particuliers à savoir le point 6 en direction de la Mailleraye pour lequel les vitesses relevées sont les plus élevées. Le point 8 en direction de la Mailleraye présente des vitesses beaucoup moins importantes que les autres points, bien qu'au-dessus de la vitesse réglementaire.
- On retrouve les mêmes vitesses moyennes de jour la semaine et le week-end. En revanche, de nuit, la moyenne diminue légèrement le week end (94 km/h) par rapport à la semaine (98 km/h).
- Le pourcentage de conducteurs roulant au-dessus de la vitesse réglementaire est un peu plus faible que la semaine. On peut néanmoins noter que l'on retrouve le même pourcentage d'infraction sur le point 6 en direction de Yvetot de nuit la semaine et de jour le week-end à savoir 86 %.
- Sur le pont de Brotonne, on retrouve la même V_{85} que celle déterminée en semaine à savoir 82 km/h (au lieu de 50). La vitesse V_{85} est toujours plus importante de jour comme de nuit.

3) Analyse des résultats

Il est possible, à titre indicatif uniquement, de comparer ces résultats avec ceux de l'ONISR (Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière). Ce dernier a constaté en 2007 sur les routes nationales 2 ou 3 voies limitées à 90 km/h les données suivantes :

	De jour	De nuit
Vitesse moyenne (en km/h)	80	84
Taux d'infraction	25	30

Tableau 2 : Mesures de vitesse ONISR (2008)

Sur les figures 4a et 4b, nous avons comparé les résultats selon le sens de circulation (excepté le point 5 localisé sur le pont de Brotonne)

On constate que sur tous les points, que ce soit le jour ou la nuit :

- **Les valeurs sont au-dessus d'une part de la vitesse réglementaire et d'autre part des vitesses établies par l'ONISR.**
- La dispersion est relativement faible sur chaque point. En effet, le maximum d'écart est observé sur le point 6 dans le sens La Mailleraye Yvetot avec 13 km/h.
- Concernant les pourcentages d'usagers circulant au-delà de la vitesse autorisée, les valeurs déterminées sur l'axe Yvetot-La Mailleraye sont, dans plus d'un tiers des cas, deux fois plus importantes que celle donnée par l'ONISR en atteignant au maximum 84 %.

Point	Semaine							
	Jour				Nuit			
	V50	V85	% > Vreg	Vmoy	V50	V85	% > Vreg	Vmoy
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	85	90	2	83	87	90	1	85
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	80	90	2	79	85	90	3	83
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	87	90	23	86	90	94	42	88
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	80	87	1	79	85	90	2	83
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	87	90	7	84	90	90	10	86
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	76	87	1	76	81	90	2	80
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	87	90	14	85	88	92	18	86
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	87	90	3	85	87	90	6	86
Point 5 - La Mailleraye Yvetot								
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	62	71	15	61	69	82	44	69
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	85	90	4	84	87	90	4	85
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	91	96	61	90	93	98	72	93
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	46	78	0	53	45	69	0	51
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	87	92	23	86	87	94	27	86
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	87	91	28	86	89	93	64	88
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	91	93	52	88	91	93	57	89
MOYENNE	83	90		82	85	90		84

Vmoy : Vitesse moyenne

Note : V50, V85 et Vmoy sont exprimés en km/h

Tableau 3 : Résultats des vitesses pratiquées par les PL libres sur l'itinéraire

2.2. Vitesses des PL libres

Pour l'étude des PL libres, nous ne nous sommes intéressés uniquement aux mesures durant la semaine le jour et la nuit. Un tableau plus détaillé est disponible en annexe 5.

1) Semaine

Les résultats figurent dans le tableau 3, plusieurs points sont à relever :

- **Les V_{85} des PL sont très proches de la vitesse réglementaire voire parfois au-delà.**
- Le pourcentage de conducteurs dépassant 90 km/h varie selon les points. Ainsi, on peut être à 0 % (point 7 en direction de Yvetot), alors qu'au point 6 en direction de La Mailleraye, on observe le jour que 61 % des usagers circulent au-delà de la vitesse autorisée et 72 % la nuit.
- On constate, comme pour les VL libres, que le point 6 en direction de La Mailleraye est l'un des points les plus rapides alors que le point 7 en direction de Yvetot est lui très lent (une vitesse moyenne bien en dessous des 90 km/h et aucune infraction que ce soit le jour ou la nuit).
- Concernant le point localisé sur le pont de Brotonne, il est lui aussi rapide vis à vis de la limitation de vitesse imposée à savoir 50 km/h (la circulation étant pourtant sur une seule voie). Ainsi, que ce soit la V_{50} , V_{85} ou la vitesse moyenne, et ce quel que soit le moment de la journée, on observe des vitesses systématiquement à plus de 10 km/h au-dessus de la vitesse maximale autorisée.
- Enfin concernant les vitesses moyennes, on constate que celles-ci sont inférieures à 90 km/h aussi bien le jour que la nuit contrairement à ce que l'on avait pu observer avec les VL.

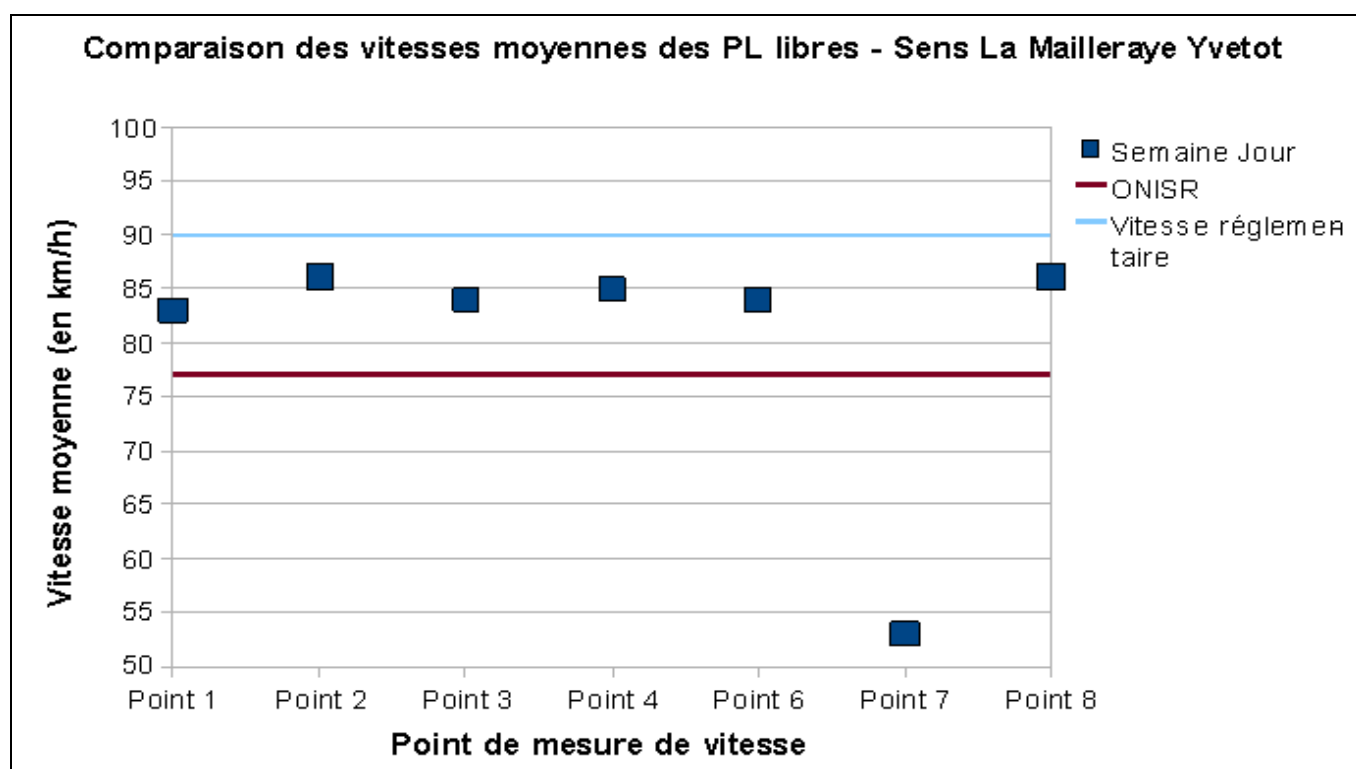


Figure 5a : Comparaison des vitesses moyennes des PL libres sens La Mailleraye Yvetot

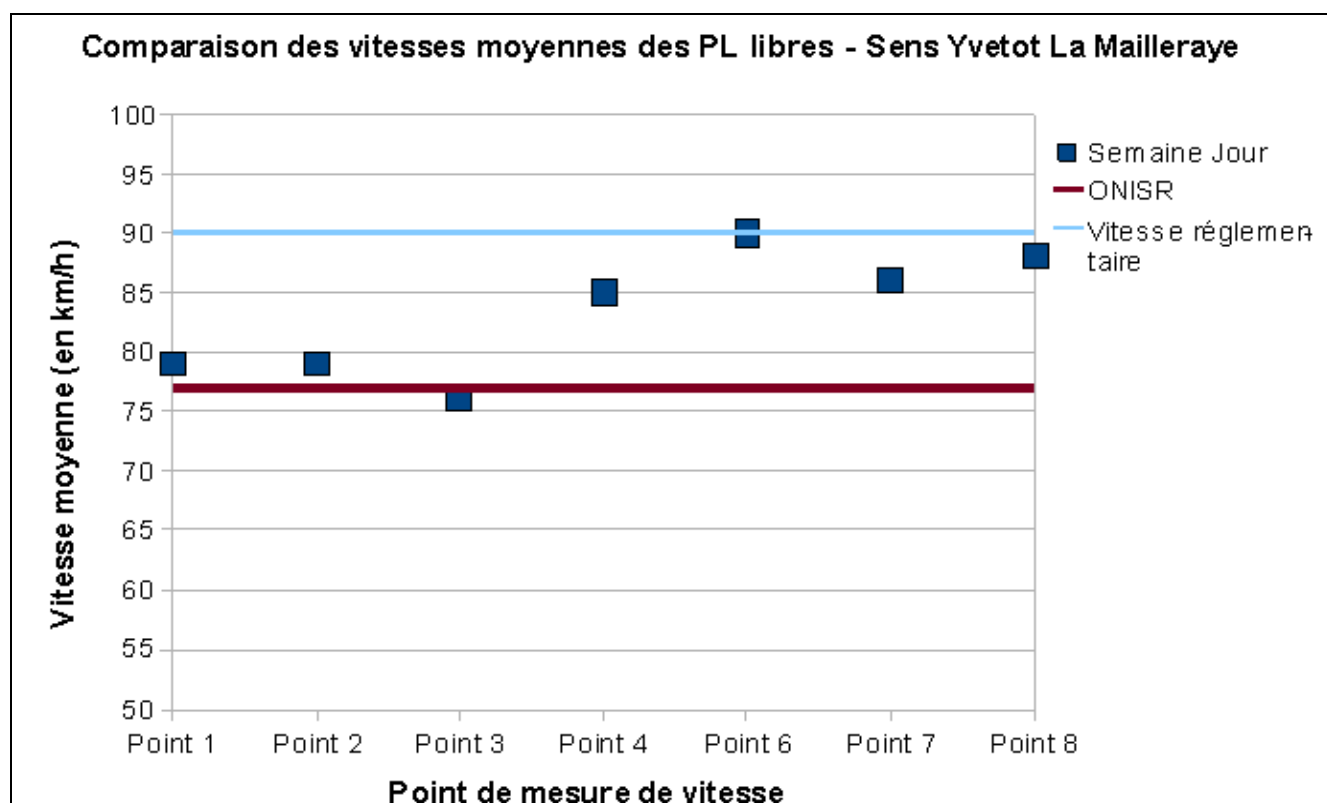


Figure 5b : Comparaison des vitesses moyennes des PL libres sens Yvetot La Mailleraye

2) Analyse des résultats

Tout comme les VL libres, nous pouvons comparer les valeurs avec celles données par l'ONISR. Il faut signaler que nous avons conservé uniquement les vitesses des PL libres de jour car aucun résultat de nuit n'est mentionné par l'observatoire durant cette période.

D'après les figures 5a et 5b, on observe que :

- Les vitesses moyennes sont dans les deux sens comprises entre 77 km/h (vitesse l'ONISR) et 90 km/h (vitesse réglementaire).
- Seul le point 6 en direction de La Mailleraye est égal à la vitesse réglementaire.
- Sur l'ensemble de l'itinéraire, on observe que le sens La Mailleraye - Yvetot est un peu moins rapide que le sens Yvetot - La Mailleraye.

2.3. Conclusion sur les vitesses des véhicules libres

D'après les résultats obtenus aussi bien avec les VL libres qu'avec les PL libres, il ressort les conclusions suivantes :

- **L'itinéraire est extrêmement rapide. L'ensemble des véhicules roule bien au-delà de la vitesse réglementaire.**
- **Le point 6 ressort nettement de tous les autres points. En effet, on a plus de 80 % d'infraction à la vitesse de jour comme de nuit pour les VL libres et plus de 60 % pour les PL libres. Cette vitesse peut s'expliquer par le profil de la route. En effet, comme le montre la description du site en annexe 1, d'une part, l'usager sort d'une 2x2 voies et d'autre part le point est situé dans une descente.**
- Le point 7 en revanche est un des points les moins rapide. Ce phénomène s'explique très certainement par le fait qu'il se situe dans une montée sur une 2x2 voies.
- Pour les deux types de véhicules étudiés, la vitesse est plus rapide la nuit que le jour.
- Sur le pont de Brotonne, la vitesse pratiquée est aussi nettement au-dessus de la vitesse autorisée. Ainsi, en moyenne, on roule à + 20 km/h pour les VL et + 10 km/h pour les PL au dessus de la limitation de vitesse.
- En comparant les vitesses moyennes mesurées sur l'itinéraire à une référence nationale (ONISR), on constate un écart de plus de 10 km/h par rapport à celles observées sur le même type de route par l'observatoire.

Point	Tous VL en semaine				Tous Véhicules en semaine			
	V50	V85	%> Vreg	Vmoy	V50	V85	%> Vreg	Vmoy
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	90	102	44	91	90	100	38	90
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	90	102	43	90	90	100	37	89
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	92	105	56	94	92	102	51	93
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	90	105	42	91	87	102	37	89
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	90	105	50	93	90	102	44	92
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	87	100	34	87	85	97	29	86
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	90	102	48	92	90	102	44	91
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	92	105	52	93	90	102	47	92
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	-	-	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	69	79	95	68	68	78	95	68
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	90	100	38	89	90	100	36	89
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	96	113	79	99	96	110	77	98
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	90	105	48	92	90	105	42	88
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	97	112	69	98	94	109	64	96
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	91	98	52	89	91	98	51	89
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	89	96	37	88	89	98	42	89
MOYENNE	91	104	-	92	90	102	-	91

Tableau 4 : Résultats des vitesses pratiquées par l'ensemble des VL et par l'ensemble des véhicules.

2.4. Vitesses tous véhicules

Le tableau ci-contre rassemble l'ensemble des vitesses pratiquées sur l'axe par tous les véhicules circulant sur ce parcours. Ainsi, on peut constater la tendance globale de l'ensemble des véhicules par rapport aux véhicules libres. On peut alors recouper certaines conclusions effectuées précédemment :

- **La V_{85} aussi bien des VL que de l'ensemble des véhicules est nettement au-dessus de la vitesse réglementaire.**
- **Le pourcentage d'usagers circulant au-dessus de la vitesse réglementaire est toujours au-delà de 30 %.**
- Le point 6 dans le sens Yvetot La Mailleraye est toujours plus rapide par rapport aux autres points de mesure.
- Le franchissement du pont de Brotonne est effectué avec des vitesses particulièrement rapides par rapport à la limitation de vitesse de 50 km/h.

3. Bilan et perspectives

Cette étude présente l'intérêt de quantifier et de qualifier les vitesses pratiquées sur l'itinéraire Yvetot/La Mailleraie, distinguant différentes typologies d'usagers (VL, PL) ainsi sur plusieurs périodes (semaine, week-end, jour, nuit). Après analyse des résultats, il en ressort que **cet itinéraire est particulièrement rapide**.

L'absence de virages, la présence de grandes lignes droites, quelques profils en forme de « cuvette » et l'absence de traversée d'agglomération ne font qu'accentuer cette vitesse excessive.

Ce premier bilan sur les vitesses pratiquées va dans le sens du bilan accidentologique. Ainsi, d'après un calcul intégrant le facteur vitesse, la vitesse élevée de cet itinéraire expliquerait 36 % des accidents mortels (alors que le niveau national n'est que de 19 %). En intersection, 50 % des accidents seraient dus à l'extrême rapidité de l'axe (11 % au niveau national). Les données nationales étant chiffrées en l'absence de traversée d'agglomération et de virage à faible rayon. Ce qui signifie que le pourcentage national devrait être encore plus bas que ce qu'il n'est, ce qui aggrave donc les chiffres avancés sur cet axe Yvetot La Mailleraie. Enfin, il est intéressant de noter que si les vitesses sont ramenées au niveau des vitesses du même type de route sur le réseau national, on observerait alors une baisse de près de 30% des accidents corporels et une diminution de 66% des accidents mortels.

En mettant en œuvre une technique de fusion de mesures de vitesse issues des mesures embarquées réalisées en continu sur l'itinéraire avec les mesures bord de voie de ce rapport, il sera élaboré, dans un second temps, un profil V85 des VL libres sur la totalité de l'itinéraire (pour les deux sens de circulation).

Ce profil de vitesse constituera la référence avant aménagement de l'axe. Une perspective immédiate sera de modéliser l'impact des futurs carrefours giratoires.

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation des points de mesure

Point n°1 : « Route de la chevrette »

- Distance de La Mailleraye : 0,66 km
- Distance de Yvetot : 23,4 km
- Présence d'une ligne mixte
- En ligne droite 1 km avant et après
- En forêt
- Vitesse réglementaire : 90 km/h



Vers Yvetot



Vers la Mailleraye

Point n°2 : « Tranchée de quatre Mètres »

- Distance de La Mailleraye : 3,60 km
- Distance de Yvetot : 20,4 km
- Présence d'une ligne mixte
- En pleine ligne droite
- En forêt
- Vitesse réglementaire : 90 km/h



Vers Yvetot



Vers La Mailleraye

Point n°3 : « le Val Rebours »

- Distance de La Mailleraye : 6,24 km
- Distance de Yvetot : 17,7 km
- Présence de flèche de rabattement
- En sortie d'une virage à moins d' un km en amont
- Accotement puis talus
- Vitesse réglementaire : 90 km/h



Vers Yvetot



Vers La Mailleraye

Point n°4 : « le bord du Mort »

- Distance de La Mailleraye : 9,82 km
- Distance de Yvetot : 14,18 km
- Présence de ligne discontinu
- Dans une légère « cuvette »
- Accotement puis talus
- Vitesse réglementaire : 90 km/h



Vers Yvetot



Vers La Mailleraye

Point n°5 : « pont de Brotonne »

- Distance de La Mailleraye : 12,8 km
- Distance de Yvetot : 11,2 km
- Circulation sur une seule voie
- Travaux sur voie de droite
- Vitesse réglementaire : 50 km/h
- Parcelle sous surveillance vidéo



Vers Yvetot

Point n°6 : « La côte aux Rions »

- Distance de La Mailleraye : 14,99 km
- Distance de Yvetot : 9 km
- Présence de ligne discontinu et accotements
- Dans une descente de « cuvette »
- En rase campagne
- Vitesse réglementaire : 90 km/h



Vers Yvetot



Vers La Mailleraye

Point n°7 : « La lance »

- Distance de La Mailleraye : 16,57 km
- Distance de Yvetot : 7,4 km
- Présence de ligne discontinu et accotements
- Sur une descente (vers Mailleraye)
- Sur une montée (vers Yvetot)
- Sur une 2x2 voies
- Passage sous un ouvrage d'art
- Vitesse réglementaire : 90 km/h



Vers Yvetot



Vers La Mailleraye

Point n°8 : « Le Mailloc »

- Distance de La Mailleraye : 23,05 km
- Distance de Yvetot : 0,4 km
- Présence de ligne discontinu
- En ligne droite
- A 1,1 km du radar automatique
- Présence d'une ligne discontinu
- En rase campagne
- Vitesse réglementaire : 90 km/h

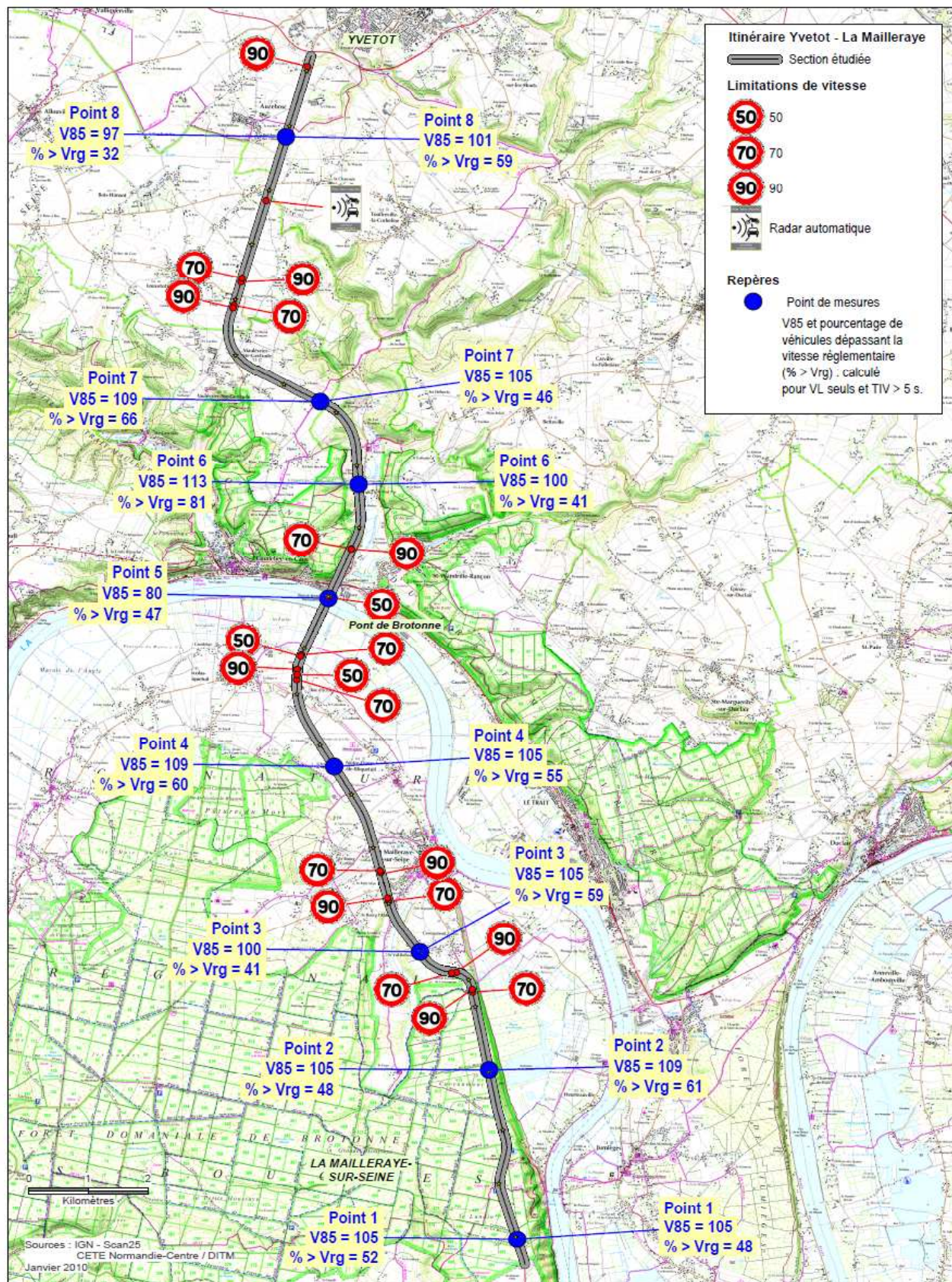


Vers Yvetot

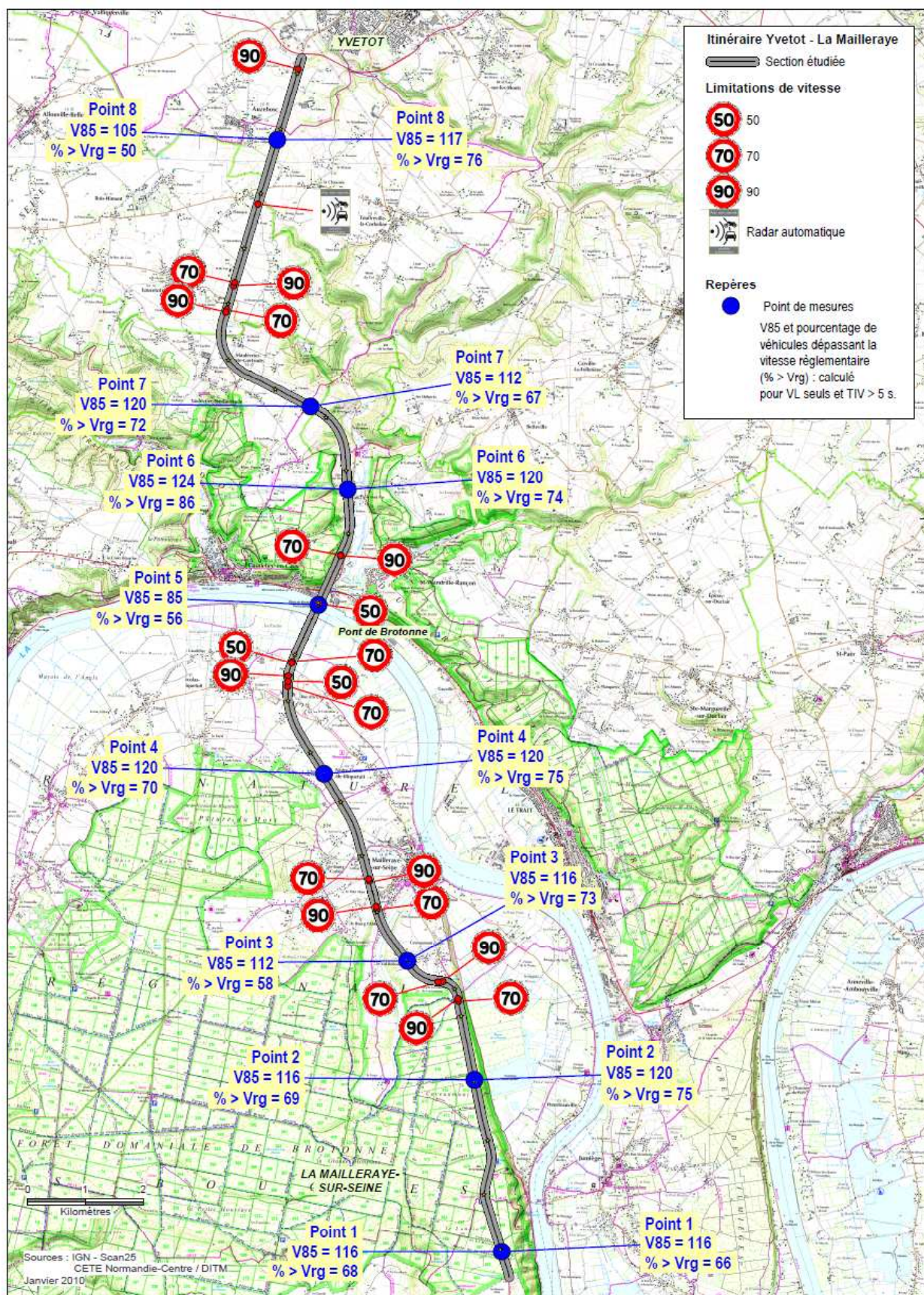


Vers La Mailleraye

Annexe 2 : Carte des vitesses de jour des VL libres



Annexe 3: Carte des vitesses de nuit des VL libres



Annexe 4 : Tableau des vitesses des véhicules légers libres

	Semaine																			
	Semaine entière						Nuit							Jour						
	km/h			%			km/h			%			km/h	km/h			%			km/h
	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	6955	92	109	90	57	27	572	97	116	90	66	36	98	2153	90	105	90	48	20	92
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	7199	94	109	90	60	27	495	97	116	90	68	39	98	2199	92	105	90	52	20	93
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	6745	94	112	90	66	31	480	100	120	90	75	44	101	2072	94	109	90	61	25	95
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	7550	92	109	90	57	25	535	100	116	90	69	43	99	2291	90	105	90	48	21	92
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	7649	94	109	90	63	30	730	94	116	90	73	43	100	2290	92	105	90	59	23	94
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	7635	90	105	90	49	21	572	97	112	90	58	31	96	2192	90	100	90	41	13	88
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	5295	92	109	90	60	25	420	98	120	90	75	38	99	1531	90	105	90	55	19	92
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	10464	94	112	90	64	32	854	97	120	90	70	43	102	3123	94	109	90	60	27	96
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	9832	70	81	50	49	16	1145	72	85	50	56	24	74	3101	70	80	50	47	14	70
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	8267	92	105	90	48	24	470	100	120	90	74	48	103	2645	90	100	90	41	18	92
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	10324	98	113	90	80	40	596	101	124	90	86	52	105	3135	96	113	90	81	36	98
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	10221	92	109	90	53	28	862	94	112	90	67	38	97	3598	90	105	90	46	24	92
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	10349	97	112	90	70	38	637	100	120	90	72	42	101	3385	94	109	90	66	31	97
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	11732	91	101	90	59	19	585	98	117	90	76	42	101	4089	91	101	90	59	17	92
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	16962	87	100	90	33	11	1166	93	105	90	50	26	94	5819	89	97	90	32	11	90

	Week end																			
	Week end entier						Nuit							Jour						
	km/h			%			km/h			%			km/h	km/h			%			km/h
	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	2641	90	102	90	47	18	359	92	109	90	57	25	97	1010	90	102	90	45	16	91
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	2866	92	105	90	50	20	295	92	109	90	54	26	94	1050	92	102	90	51	20	94
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	2630	92	109	90	59	26	328	94	112	90	67	35	98	867	92	105	90	59	23	95
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	2917	90	105	90	49	21	332	92	109	90	57	27	95	1086	90	102	90	48	20	92
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	2643	92	105	90	58	25	345	94	112	90	63	34	98	1046	92	105	90	59	23	94
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	2889	92	100	90	40	22	353	94	105	90	50	38	96	1054	92	100	90	37	21	94
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	1593	92	102	90	55	19	103	92	112	90	57	31	95	734	92	102	90	54	17	93
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	3804	92	105	90	58	26	495	97	109	90	66	35	97	1368	92	105	90	58	26	95
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	2558	70	81	50	48	15	288	70	82	50	49	18	72	1016	71	82	50	53	18	72
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	3132	90	105	90	48	20	298	94	112	90	60	32	97	1266	90	105	90	48	20	93
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	3727	98	117	90	83	43	396	98	117	90	80	48	102	1403	98	113	90	86	42	101
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	3585	90	105	90	44	21	436	90	105	90	49	24	92	1407	90	105	90	46	22	91
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	3657	94	109	90	62	28	452	94	109	90	60	29	95	1337	94	109	90	63	28	96
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	4167	93	104	90	61	21	407	93	106	90	59	26	95	1657	93	104	90	63	21	94
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	6044	87	97	90	28	9	782	87	102	90	39	17	90	2267	87	94	90	26	7	87

	Semaine et week end																			
	Semaine et week end						Nuit							Jour						
	km/h			%			km/h			%			km/h	km/h			%			km/h
	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	9596	92	105	90	54	29	931	94	112	90	62	32	97	3163	90	102	90	47	19	91
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	10822	92	109	90	57	25	790	94	112	90	62	34	96	3249	92	105	90	52	20	93
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	9375	94	109	90	63	29	808	97	116	90	72	40	100	2939	92	105	90	60	24	95
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	10467	92	109	90	55	27	867	97	116	90	64	37	98	3377	90	105	90	48	21	95
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	10292	94	109	90	62	28	1075	97	116	90	70	40	99	3336	92	105	90	59	23	94
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	10524	90	105	90	46	19	925	92	109	90	56	27	94	3246	90	100	90	40	13	89
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	10655	92	105	90	56	24	523	97	116	90	69	38	99	2265	92	102	90	50	19	92
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	14268	94	109	90	62	30	1349	97	120	90	69	41	100	4491	94	109	90	60	26	96
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	10243	70	81	50	59	19	1130	72	85	50	69	29	73	3771	70	81	50	53	16	71
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	11399	92	105	90	51	24	768	100	116	90	70	43	101	3911	90	102	90	46	18	92
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	14051	98	113	90	80	41	992	101	120	90	81	51	104	4538	97	113	90	80	37	99
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	13806	92	109	90	51	26	1298	94	112	90	58	34	98	5005	90	105	90	48	23	92
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	14006	97	112	90	67	35	1089	97	116	90	68	39	100	4722	94	109	90	65	29	96
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	15899	91	101	90	60	19	992	96	113	90	69	36	98	5746	91	101	90	60	18	93
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	23006	87	97	90	31	11	1948	90	105	90	46	21	92	8086	87	97	90	30	9	88

Annexe 5 : Tableau des vitesses des poids lourds libres

	Semaine																			
	Semaine entière						Nuit							Jour						
		km/h			%			km/h			%		km/h		km/h			%		km/h
	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	1551	83	90	90	2	0	107	87	90	90	1	0	85	705	85	90	90	2	0	83
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	1459	81	90	90	2	0	139	85	90	90	3	0	83	551	80	90	90	2	0	79
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	1766	87	92	90	24	0	113	90	94	90	42	0	88	824	87	90	90	23	0	86
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	1530	81	90	90	1	0	154	85	90	90	2	0	83	585	80	87	90	1	0	79
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	1850	87	90	90	9	0	96	90	90	90	10	0	86	802	87	90	90	7	0	84
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	1997	78	87	90	1	0	141	81	90	90	2	0	80	751	76	87	90	1	0	76
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	889	87	90	90	14	0	50	88	92	90	18	0	86	397	87	90	90	14	0	85
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	2003	87	90	90	4	0	145	87	90	90	6	1	86	750	87	90	90	3	0	85
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	1502	63	72	50	20	4	164	69	82	50	44	17	69	715	62	71	50	15	2	61
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	1112	85	90	90	4	0	72	87	90	90	4	0	85	479	85	90	90	4	0	84
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	1017	91	96	90	64	5	96	93	98	90	72	11	93	412	91	96	90	61	4	90
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	923	45	75	90	0	0	50	45	69	90	0	0	51	396	46	78	90	0	0	53
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	804	87	94	90	27	1	56	87	94	90	27	0	86	344	87	92	90	23	0	86
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	988	87	91	90	29	0	81	89	93	90	46	0	88	419	87	91	90	28	0	86
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	893	91	93	90	52	0	83	91	93	90	57	0	89	354	91	93	90	52	0	88

	Week end																			
	Week end entier						Nuit							Jour						
		km/h			%			km/h			%		km/h		km/h			%		km/h
	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal	n	V50	V85	Vrg	> Vrg	> Vrg+10 km/h	Vnormal
Point 1 - La Mailleraye Yvetot	29	85	90	90	14	6	12	85	89	90	8	0	84	7	85	94	90	14	14	84
Point 1 - Yvetot La Mailleraye	21	87	91	90	14	0	3	87	90	90	0	0	87	6	84	91	90	17	0	83
Point 2 - La Mailleraye Yvetot	32	90	93	90	41	3	11	90	92	90	27	0	87	6	90	94	90	33	0	89
Point 2 - Yvetot La Mailleraye	22	87	90	90	14	0	3	84	85	90	0	0	83	5	87	95	90	20	0	88
Point 3 - La Mailleraye Yvetot	31	85	90	90	13	3	14	86	90	90	7	0	84	7	83	91	90	14	0	84
Point 3 - Yvetot La Mailleraye	18	80	90	90	6	0	3	85	90	90	0	0	84	7	80	91	90	14	0	78
Point 4 - La Mailleraye Yvetot	27	87	90	90	4	4	13	81	90	90	0	0	82	8	86	90	90	0	0	82
Point 4 - Yvetot La Mailleraye	17	85	90	90	0	0	4	87	90	90	0	0	86	6	82	90	90	0	0	83
Point 5 - La Mailleraye Yvetot	-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Point 5 - Yvetot La Mailleraye	-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Point 6 - La Mailleraye Yvetot	27	87	90	90	7	0	8	85	88	90	0	0	83	8	88	91	90	13	0	88
Point 6 - Yvetot La Mailleraye	19	93	98	90	84	5	2	93	101	90	100	0	98	3	93	96	90	100	0	94
Point 7 - La Mailleraye Yvetot	16	51	66	90	0	0	6	47	58	90	0	0	47	4	52	86	90	0	0	89
Point 7 - Yvetot La Mailleraye	15	83	94	90	27	6	4	48	93	90	25	0	84	3	80	112	90	33	13	82
Point 8 - La Mailleraye Yvetot	30	87	93	90	27	0	9	85	92	90	33	0	85	12	87	93	90	33	0	81
Point 8 - Yvetot La Mailleraye	18	89	93	90	44	0	3	85	93	90	67	0	86	4	89	93	90	52	0	86

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

CETE Normandie Centre

DITM

Groupe Exploitation de la route

Simulation dynamique Métrologie

10, chemin de la Poudrière BP 245

76121 Le Grand-Quevilly cedex

téléphone : 02 35 68 81 24

télécopie 02 35 68 81 23

courriel : DITM.CETE-NC@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

RAPPORTS

CETE

Normandie Centre

Département
Infrastructures de
Transport
Multimodales

Groupes :

- Exploitation de la route
- Simulation dynamique
- Métrologie
- Sécurité Routière

Février 2011

Modernisation de l'axe Yvetot - la Mailleraye-sur-Seine



Application du profil V_{85} pour l'étude des
zones à risques sur l'axe



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
1 - Décembre 2010	<i>A.Hublart, O.Moisan, G.Dupré</i>	<i>Relecture E.Violette et P.Subirats</i>
2 - Janvier 2011	<i>A.Hublart, O.Moisan, G.Dupré</i>	<i>Relecture E.Violette, P.Subirats, O.Bisson</i>
3 - Février 2011	<i>A.Hublart, O.Moisan, G.Dupré</i>	<i>Relecture E.Violette, P.Subirats, O.Bisson</i>

Affaire suivie par

Olivier MOISAN - CETE NC - DITM
Tél. : 02 35 68 88 56 - fax : 02 35 68 81 23
Mél : olivier.moisan@developpement-durable.gouv.fr

Equipe projet CETE Normandie Centre - DITM

Groupe Exploitation de la route Simulation dynamique Métrologie

Eric VIOLETTE
Peggy SUBIRATS
Alexandre HUBLART

Groupe Sécurité Routière

DUPRE Guy
MOISAN Olivier

Référence du marché

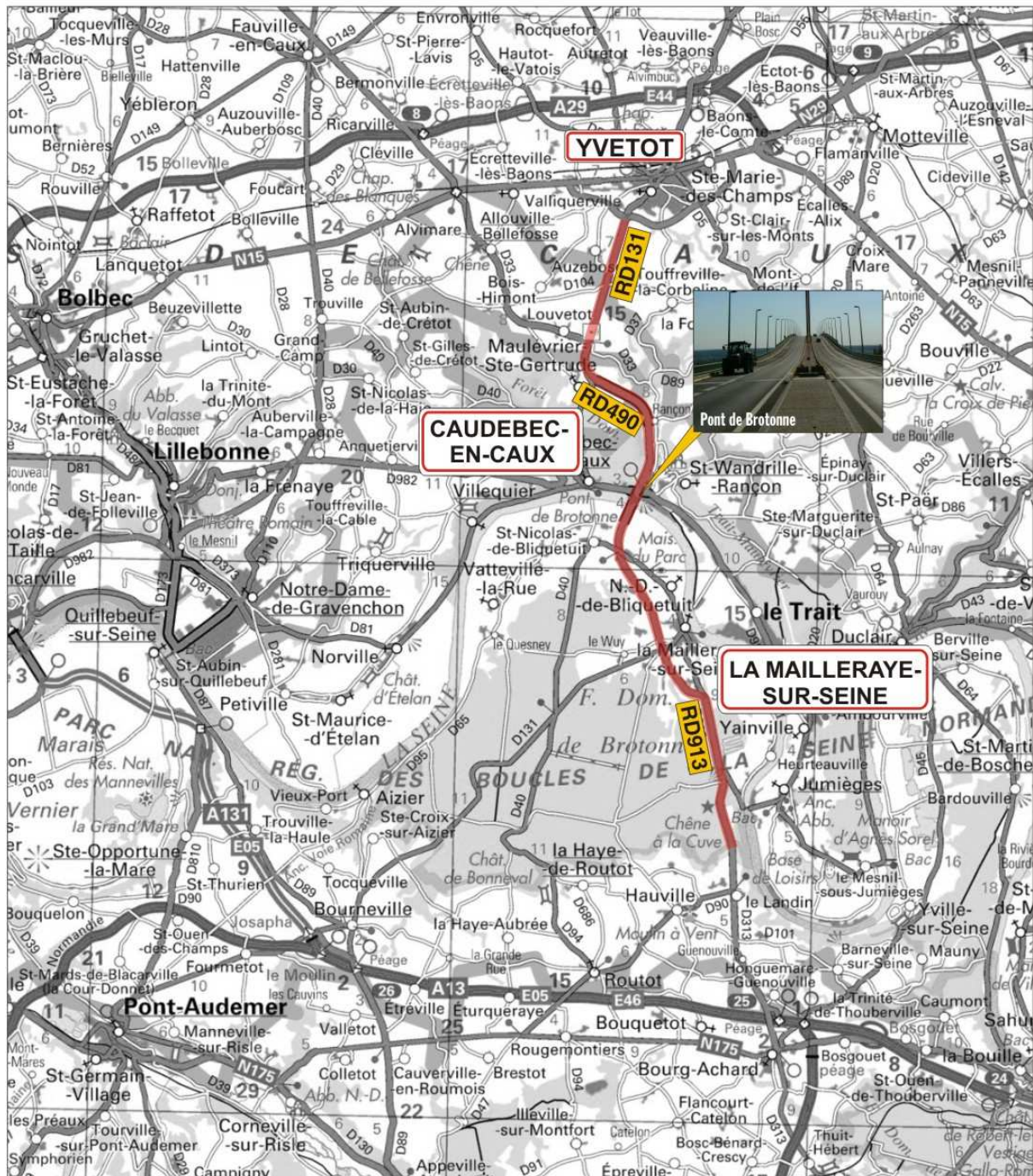
MISSION DE CONTROLE EXTERIEUR
ETUDES ET AMENAGEMENTS DE SECURITE
LOT N°11 - Secteur de Rouen
MARCHE N°207102



Sommaire

1	Objectif et contexte	5
2	Construction d'un profil V_{85}	7
2.1	<i>Véhicule instrumenté.....</i>	<i>7</i>
2.2	<i>Méthodologie.....</i>	<i>7</i>
2.2.1	Les mesures terrain.....	7
2.2.2	Les mesures bord de voie	9
2.2.3	La synchronisation spatiale.....	9
2.2.4	La fusion des mesures	9
2.3	<i>Simulation des futurs aménagements</i>	<i>11</i>
3	Analyse de la vitesse	13
4	Classification de la sécurité d'une route en fonction des vitesses pratiquées	15
4.1	<i>Démarche de classification.....</i>	<i>15</i>
4.1.1	Erreur humaine et accidents	15
4.1.2	Les seuils	17
4.1.3	Vitesse de circulation de référence	19
4.2	<i>Construction des courbes thématiques.....</i>	<i>21</i>
4.3	<i>Interprétation des indicateurs.....</i>	<i>23</i>
4.3.1	Les chocs contre obstacle et chocs frontaux.....	23
4.3.2	La dangerosité des intersections.....	25
4.3.3	Prise en compte des usagers vulnérables	27
4.3.3.1	Dangerosité des traversées piétonnes.....	27
4.3.3.2	Circulation des vélos	27
5	Conclusion et perspectives.....	29
5.1	<i>Conclusion</i>	<i>29</i>
5.2	<i>Perspectives.....</i>	<i>31</i>

Plan de situation



1 Objectif et contexte

Lors de la réunion du 21 janvier 2010, le CETE Normandie Centre a proposé d'estimer un profil de vitesse V_{85} non plus ponctuel mais en continu sur l'ensemble de l'itinéraire Yvetot La Mailleraye. Pour la construction de ce profil, le VACC (Véhicule d'Analyse du Comportement du Conducteur) a été utilisé. C'est un véhicule instrumenté permettant de mesurer entre autres les vitesses en continu.

A partir de ces mesures, il est alors possible de les fusionner avec les mesures bord de voie précédemment effectuées¹. La fusion de ces deux types de données, ponctuelles et continues, permet d'estimer au mieux le comportement de l'ensemble des usagers de cet itinéraire.

Il est alors possible de comparer l'avant et l'après projet en simulant sur ce profil V_{85} , les futures infrastructures mises en place.

Ce dossier se décompose en deux grandes parties :

- La méthodologie pour l'estimation de la courbe V_{85} avant et après travaux sur l'ensemble de l'itinéraire.
- L'analyse à partir de ces courbes des quatre aspects suivants :
 - o La vitesse pratiquée.
 - o Les chocs contre obstacle et les chocs frontaux.
 - o Les chocs en intersection.
 - o Les chocs contre vélo et piéton.

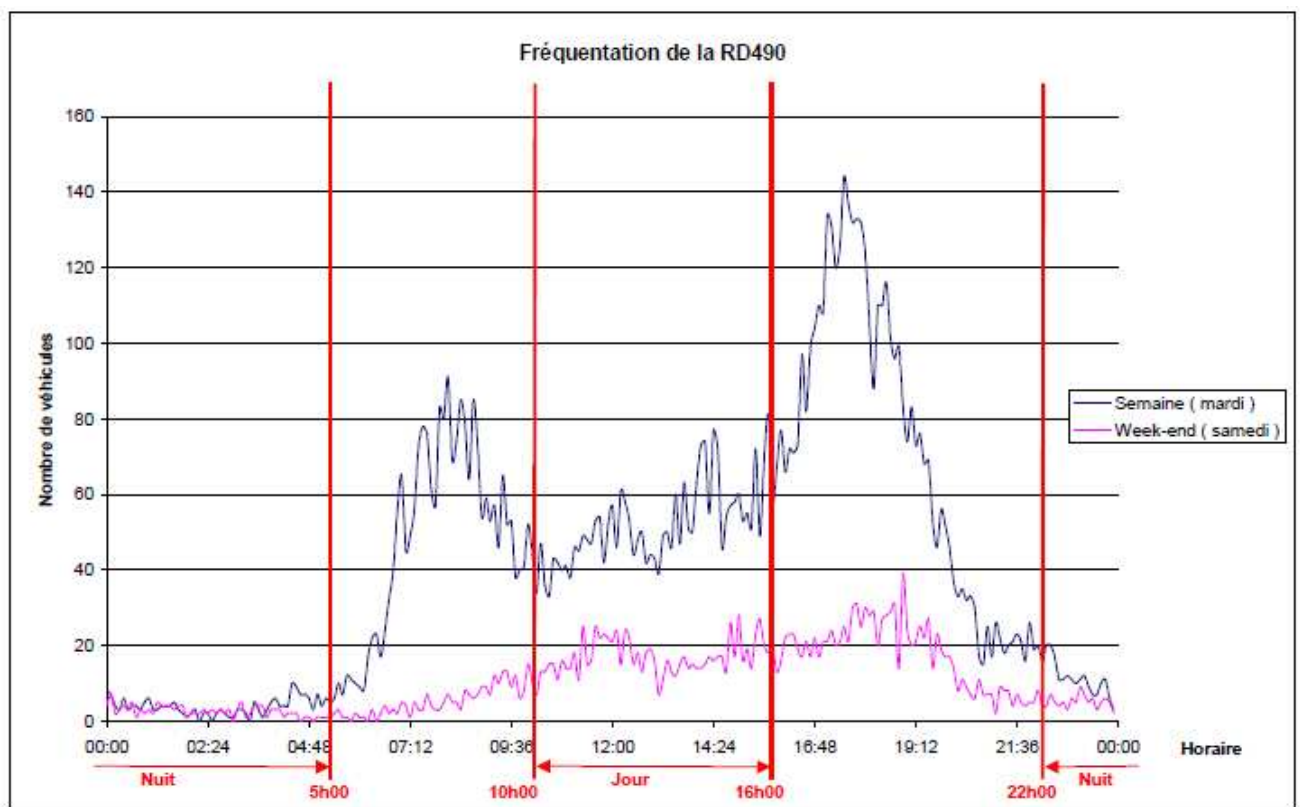
Dans la présente étude, nous nous concentrons uniquement dans le sens direct de la route : Yvetot vers la Mailleraye. Dans un souci de clarté et de présentation, nous avons opté pour la décomposition de l'itinéraire en deux parties :

- partie nord : Yvetot - Pont de Brotonne.
- partie sud : Pont de Brotonne - La Mailleraye.

¹ CETE Normandie Centre, *Vitesses pratiquées sur l'axe Yvetot - La Mailleraye*, 2010



Figures 1a et 1b : Véhicule d'Analyse du Comportement du Conducteur (VACC version 2)



Graphique 1 : Fréquentation de la RD490 en semaine et week-end

2 Construction d'un profil V_{85} ²

2.1 Véhicule instrumenté

Le CETE Normandie Centre a instrumenté, un véhicule (*figure 1*) dans le but d'apporter un nouvel outil dans le domaine de la mesure embarquée. Ce véhicule intègre de nombreux capteurs dont les principaux sont décrits dans le tableau suivant :

Mesure	Unités	Fréquence
Vitesse	km/h	100 Hz
Accélération	m/s ²	100 Hz
Localisation GPS	degrés, minutes, secondes	10 Hz
Webcam	-	16 Hz
Compte tour moteur	tours / minute	100 Hz
Consommation carburant	mm ³	100 Hz

L'intérêt de ce véhicule est de permettre de coupler une vitesse à une position, une distance, au passage d'une intersection ou encore d'un passage piéton. Il est ainsi possible de géoréférencer les vitesses pratiquées sur l'ensemble de l'itinéraire.

2.2 Méthodologie

2.2.1 Les mesures terrain

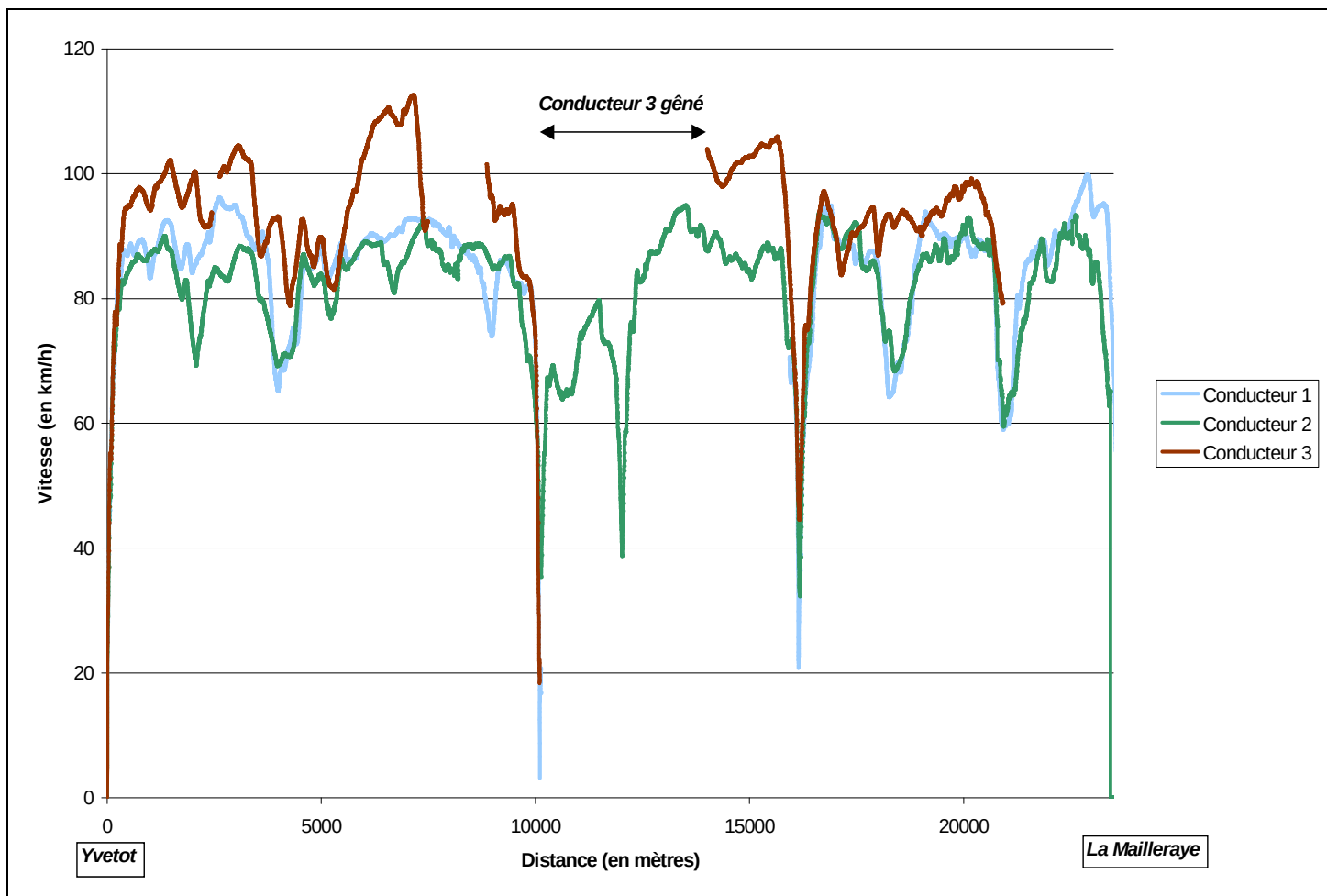
Pour la construction d'un profil V_{85} , nous nous sommes tout d'abord intéressés aux mesures de vitesse en continu. Nous avons donc sélectionné 11 conducteurs (3 femmes et 8 hommes) parmi le personnel du CETE NC.

Ainsi, durant près de trois semaines, chaque jour, un conducteur a conduit le VACC sur une période précise, à savoir entre 12h00 et 13h00. Cette période a été choisie pour plusieurs critères :

- La répétabilité des mesures.
- Afin de conserver cette notion de « vitesse véhicule libre » puisque cette période est celle où le trafic de jour est le plus faible (d'après les mesures bord de voie (graphique 1)).
- La disponibilité des conducteurs.

Aucune vitesse n'a été imposée, chaque conducteur ayant pour consigne de conduire naturellement. Chaque passage a été effectué en une seule fois sans aucun arrêt. Suite à cette expérimentation, nous avons obtenu un jeu de données suffisant pour élaborer un profil de vitesse.

² Ce travail a été financé par la DRI du MEDDLT dans le cadre de l'opération de recherche PREVER.



Graphique 2 : Exemple de 3 passages dans le sens Yvetot La Mailleraye



Graphique 3 : Comparaison entre profil V_{85} avec et sans fusion de données

2.2.2 Les mesures bord de voie

Les mesures bord de voie ont été relevées avec des analyseurs de trafic bord de voie. Les analyseurs ont été installés durant une période de 8 à 9 jours, afin de disposer d'une semaine complète de mesures. Les analyseurs délivrent des mesures microscopiques du trafic.

Les mesures ont été réalisées entre le 12 et le 30 octobre 2009.

Au total, nous avons effectué 7 points de comptage sur l'ensemble de l'itinéraire. Chaque point de comptage devait répondre aux critères particuliers suivants :

- Ligne droite.
- Vitesse limitée à 90 km/h.
- Localisé à plus de 500 m de tout élément pouvant affecter les vitesses pratiquées (feux, giratoire, stop...).
- Hors agglomération.
- Zone non impactée par les futurs aménagements des intersections, en particulier les giratoires.

2.2.3 La synchronisation spatiale

Dans un premier temps, nous avons éliminé les périodes où les conducteurs ont pu être gênés (présence d'un véhicule, freinage brusque...). (*graphique 2*)

Dans un second temps, nous avons affecté une vitesse à chaque mètre parcouru. Pour ce faire, nous avons utilisé les coordonnées GPS. Ainsi, à chaque coordonnée est attribuée une vitesse, ce qui permet donc d'établir un premier tableau reliant distance (en mètres) avec vitesse (en km/h) pour chaque conducteur. Il est alors possible de dresser la vitesse pratiquée d'un ou de plusieurs conducteurs sur l'ensemble de l'itinéraire.

2.2.4 La fusion des mesures

Pour obtenir un profil de vitesse type, il faut alors combiner d'une part l'ensemble des profils obtenus et d'autre part les mesures bord de voie. Les mesures bord de voie que nous avons conservées pour cette estimation sont les V_{85} des VL libres en semaine durant la journée afin de garder les mêmes conditions que lors des passages. Pour ce faire, le CETE Normandie Centre et le CETE de l'ouest ont mis au point une méthode originale est schématisée en figure 2. Les résultats sont présentés graphique 3.

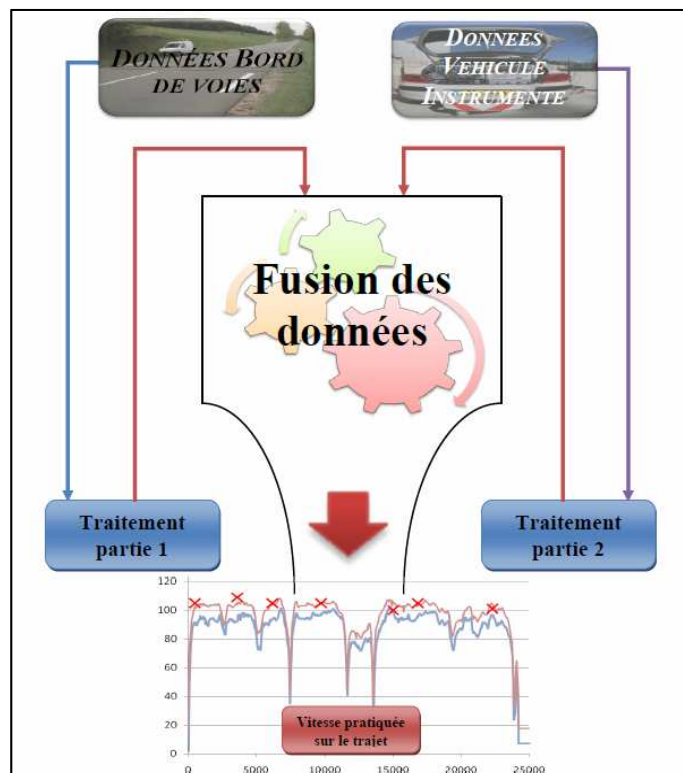
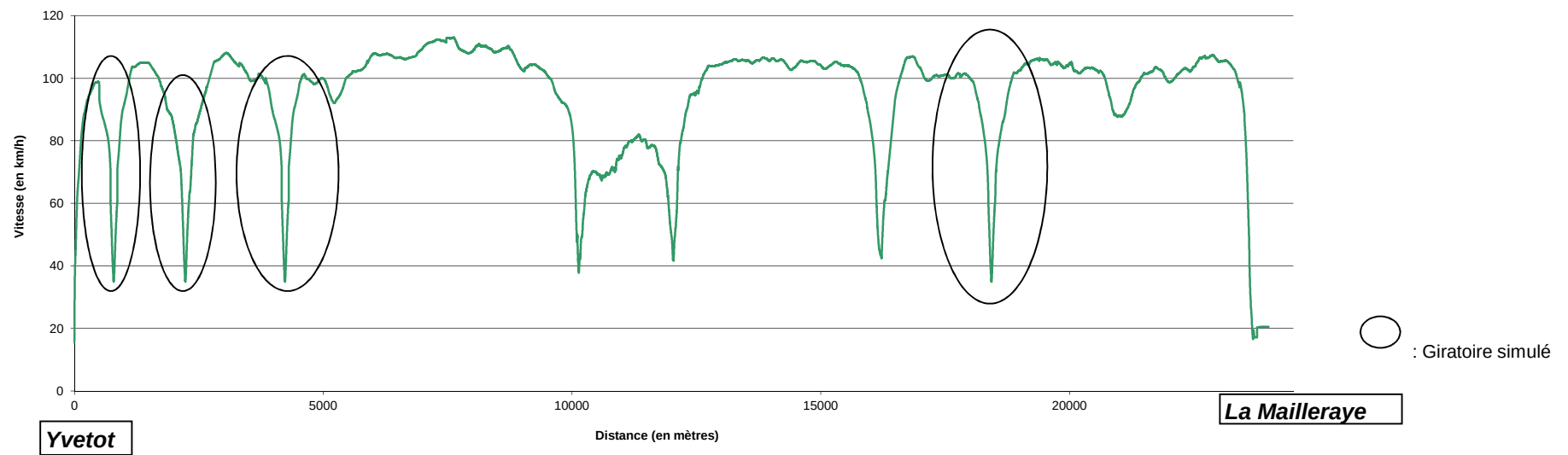


Figure 2 : Schéma des étapes principales de l'étude



Graphique 4a et 4b : Profil avant et après travaux

Pour la suite de cette étude, le principe de fusion des données ne s'applique pas aux points suivants :

- Le pont de Brotonne : cette zone étant limitée à 50 km/h, le rehaussement ne peut s'appliquer puisque les mesures bord de voie utilisées se situaient toutes dans des zones à 90 km/h.
- Sur l'ensemble des giratoires existants : on considère que dans le passage d'un giratoire, la vitesse maximum est située entre 35 et 45 km/h³.

2.3 Simulation des futurs aménagements

Dans le projet de réaménagement de l'axe Yvetot - La Mailleraye, les infrastructures qui vont impacter le plus fortement sur la vitesse sont :

- Le giratoire RD131/VC2.
- Le giratoire RD131/RD104.
- Le giratoire RD131/RD33.
- Le giratoire RD490/RD913.

Il faut noter que dans cette simulation, nous n'avons pas pris en compte :

- Le type de giratoire : en effet, chaque giratoire a une vitesse d'entrée, une vitesse de franchissement et une vitesse de sortie différente. Nous nous sommes basés sur un giratoire existant déjà sur l'itinéraire, RD490 / RD131.
- La vitesse entre deux giratoires proches : il est possible que la vitesse entre deux giratoires proches soit plus faible que ce qui est indiqué sur le graphique. Seule une nouvelle campagne de mesures après la mise en place des giratoires confirmera ou non cette hypothèse.
- L'impact que pourrait avoir la fermeture de plusieurs voies communales sur la vitesse pratiquée au droit des intersections.

Les *graphiques 4a et 4b* montrent ainsi la différence de vitesse que devrait subir l'itinéraire avant et après les travaux. Grâce à ces courbes, nous allons pouvoir analyser plus finement différents indicateurs en lien avec la sécurité routière.

³ CETE Normandie Centre, *Cinématique sur les carrefours giratoire*, 1992

3 Analyse de la vitesse

Lors d'un précédent rapport traitant de la vitesse pratiquée sur l'axe Yvetot - La Mailleraye [*Vitesses pratiquées sur l'axe Yvetot - La Mailleraye, 2010*], l'itinéraire avait été qualifié comme « particulièrement rapide et dangereux ». En effet, l'absence de virages, la présence de grandes lignes droites, quelques profils en forme de « cuvette » et l'absence de traversée d'agglomération ne faisaient qu'accentuer ce constat. Ces conclusions ont été observées uniquement sur des mesures de vitesses ponctuelles et non en continues.

Ainsi, d'après les courbes 4a et 4b, nous pouvons observer plusieurs points :

- **En l'état actuel de la route, l'itinéraire est extrêmement rapide.**
- On constate que la partie de la route la plus rapide reste la 2x2 voies avec une vitesse maximale atteignant 115 km/h.
- Il y a très peu d'endroits où la limitation de vitesse est respectée.
- Les baisses significatives de la vitesse s'effectuent au niveau des giratoires.
- Quelques zones ont tout de même été impactées par la mise en place de limitation de vitesse (courbe au niveau de l'intersection RD490/RD913, et au droit de l'intersection RD913/RD143).
- **Avant la phase travaux, la vitesse réglementaire était respectée** uniquement sur le pont de Brotonne et sur les giratoires existants, **ce qui représente moins de 12% de l'itinéraire. D'après la simulation de la phase « après travaux », la limitation de vitesse sera respectée sur 40% de l'itinéraire.**
- Les nouveaux aménagements qui vont être mis en place sur la partie nord de l'itinéraire vont impacter plus fortement les vitesses.
- Malgré les aménagements réalisés, **les vitesses restent élevées au droit des intersections RD913/RD143 et RD490/VC8 et sur les sections adjacentes.**
- Le radar a peu d'influence dans le sens Yvetot - La Mailleraye puisqu'il ne sanctionne que dans le sens opposé.

Les nouveaux aménagements auront donc un impact attendu sur la vitesse mais ils ne privilégient qu'une partie de l'itinéraire et il reste tout de même certains endroits préoccupants et potentiellement dangereux.

4 Classification de la sécurité d'une route en fonction des vitesses pratiquées

4.1 Démarche de classification

4.1.1 Erreur humaine et accidents

Disposant des vitesses pratiquées en tout point de l'itinéraire, nous allons examiner les conséquences d'une erreur humaine d'un usager sur la gravité des blessures qu'il encourt ou qu'il risque de provoquer aux autres.

Cette démarche est réalisée pour les principaux types d'accidents se produisant sur l'itinéraire :

- **Les accidents en intersection** suite à une erreur de prise d'information ou une mauvaise évaluation du temps de traversée et entraînant une collision latérale. Nous nous appuyons sur la sévérité de chocs latéraux en fonction de la vitesse pratiquée pour chaque intersection de l'itinéraire.
- **Les accidents de sortie de voie** suite à une erreur de guidage (distraction, tâche annexe du conducteur ...) et ayant pour conséquence un choc sur obstacle situé sur l'accotement, ou **un choc frontal** avec un usager circulant dans le sens opposé. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les relations vitesses et gravité des chocs frontaux, d'une part et d'autre part sur la vitesse pratiquée en tout point de l'itinéraire.
- **Les accidents véhicules légers contre vélo et piéton** suite à une erreur de jugement ou à une imprudence du piéton. Nous utiliserons les relations donnant la sévérité d'un choc piéton en fonction de la vitesse.

Les pertes de contrôle en courbe suite à une vitesse excessive n'ont pas été prises en compte ici car ce type d'accident n'est pas présent sur cet axe, en raison d'un tracé en plan ne comprenant pas de courbe de faible rayon. On pourra utiliser une démarche équivalente ou prendre les résultats des modélisations des virages accidentés en fonction de la différence de vitesse (INRETS, 1986⁴ ; SAFESTAR, 1999⁵).

Nous faisons **deux hypothèses** :

- L'usager ne freine pas et le choc se produit à une vitesse équivalente à la vitesse de circulation.
- L'usager freine avant le choc (situation la plus fréquente) et le choc se produit à une vitesse inférieure à la vitesse de circulation. Dans un premier temps, on estime que la vitesse de choc est de 20 km/h inférieure à la vitesse de circulation. Ce gap de 20 km/h peut être affiné à partir des études détaillées des accidents (EDA).

⁴ INRETS. (1986). Caractéristiques routières et sécurité.

⁵ SAFESTAR. (1999). Safety Standards for Road Design and Redesign – SAFESTAR. European Project.

4.1.2 Les seuils

L'objectif principal de « Route plus sûre, Route sans Accident » est que pour un usager circulant avec les équipements de sécurité à une vitesse réglementaire, une erreur humaine n'a pas de conséquences graves.

Ces seuils sont déterminés à partir de la littérature et à partir des résultats de crashes tests servant à l'homologation des véhicules.

Nous distinguons ainsi trois zones :

- **Les zones dangereuses** sont des zones où les conséquences d'une erreur humaine risquent fortement de conduire à un accident grave.
- **Les zones sensibles** sont des zones où les chocs peuvent être graves, si les usagers n'effectuent pas de manœuvre d'urgence.
- **Les zones sûres** sont des sections de route où les erreurs humaines n'auront pas de conséquence grave dans la plupart des cas.

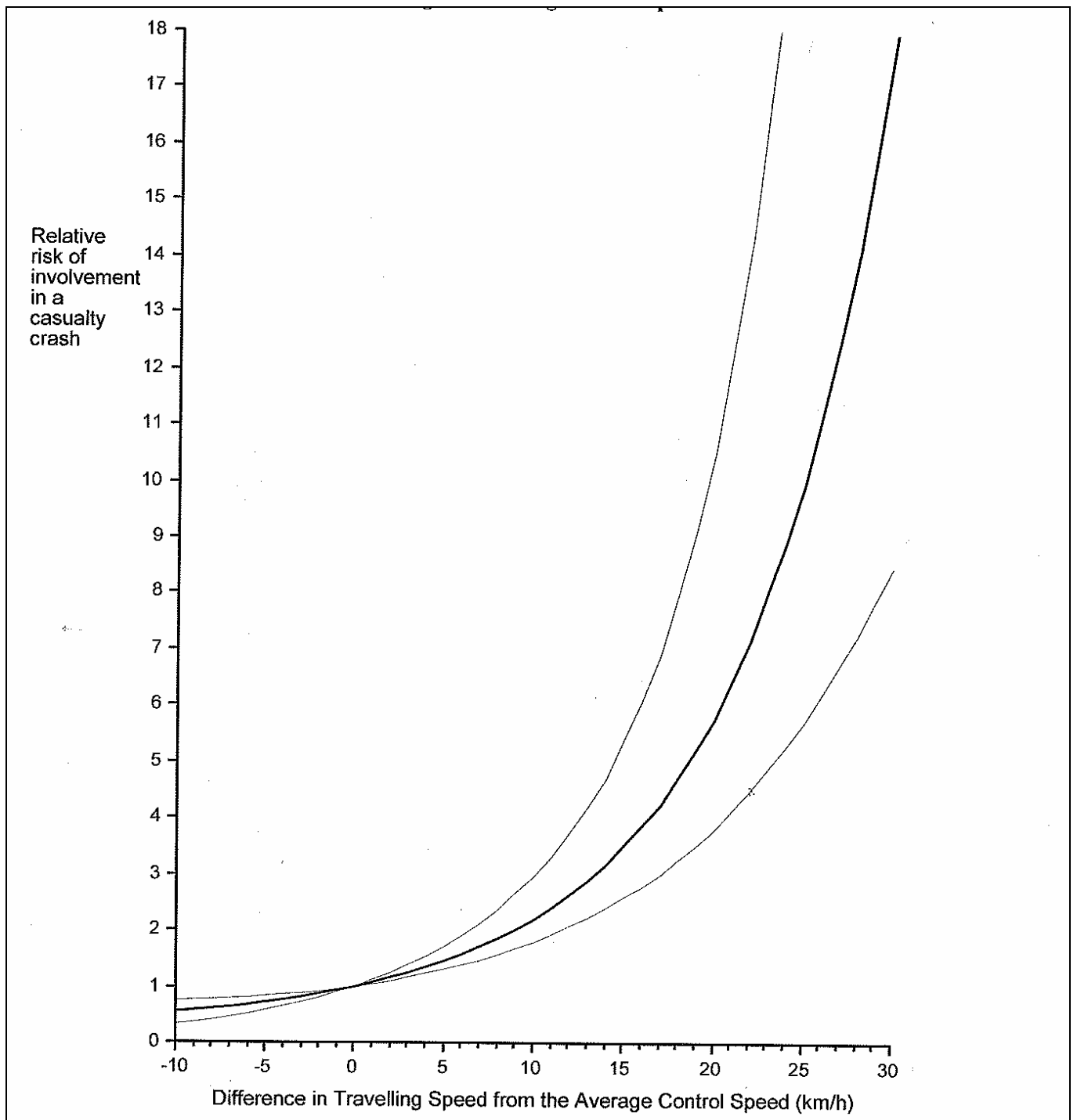
La démarche est résumée dans le tableau suivant :

	Seuil de gravité de la vitesse de choc	Seuil de gravité de la vitesse de circulation	Zone sûre	Zone sensible	Zone dangereuse
VL - Vélo / VL - Piéton	30 km/h	50 km/h	< 30 km/h	30 à 50 km/h	> 50 km/h
VL chocs latéraux	50 km/h	70 km/h	< 50 km/h	50 à 70 km/h	> 70 km/h
VL chocs frontaux	70 km/h	90 km/h	> 70 km/h	70 à 90 km/h	> 90 km/h

Exemples :

Une traversée piétonne ayant lieu dans une section circulée à plus de 50 km/h sera déterminée comme dangereuse, car le choc contre un piéton risque de se produire au-dessus de 30 km/h, vitesse au-dessus de laquelle les conséquences corporelles risquent d'être graves.

De même, une intersection sera située dans une zone dangereuse si la vitesse de circulation des usagers de la route principale est supérieure à 70 km/h, car les chocs latéraux sont graves au-dessus de 50 km/h.



Graphique 5 : Nombre d'accident corporel en fonction de la différence entre vitesse de l'utilisateur et vitesse moyenne de circulation

4.1.3 Vitesse de circulation de référence

Pour caractériser la vitesse sur un itinéraire, les gestionnaires et les chercheurs prennent couramment la V_{85} , vitesse dépassée par 15% des usagers les plus rapides.

Cet indicateur caractérise-t-il bien la sécurité sur un point ou un itinéraire ? L'étude australienne de Kloeden⁶, montre que le risque d'accident corporel augmente avec la différence entre la vitesse pratiquée par l'utilisateur et la vitesse moyenne sur le site (*graphique 5*). Cette recherche montre que le risque d'être impliqué dans un accident corporel est plus grand pour les usagers circulant rapidement et que ce risque augmente fortement pour les usagers circulant à une vitesse supérieure à la vitesse moyenne + 15 km/h.

Or la vitesse moyenne + 15 km/h. correspond au V_{85} sur route bidirectionnelle interurbaine.

On peut donc considérer que les usagers circulant au-dessus du V_{85} ont un fort risque d'être impliqués dans un accident corporel.

La V_{85} étant la vitesse au-dessus de laquelle le risque des usagers augmente très fortement, **nous choisissons la V_{85} comme indicateur de vitesse.**

⁶ Kloeden, Travelling speed and risk of crash involvement on rural roads. Road accident research unit Adelaide University, 2001

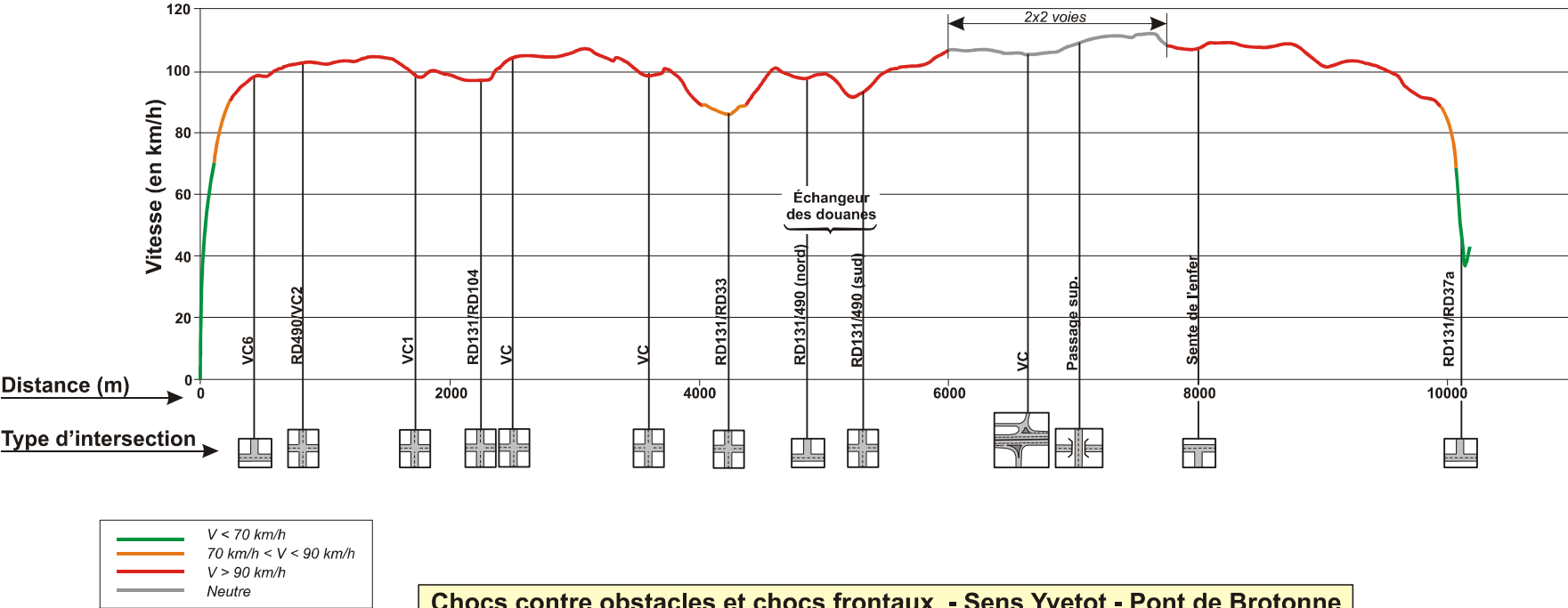
4.2 Construction des courbes thématiques

Pour les graphiques présentés ci-après, plusieurs informations sont indiquées :

- Deux fois deux graphiques par thématique :
 - o 2 graphiques pour les 2 phases : **avant et après travaux** ;
 - o 2 graphiques pour les 2 portions de l'itinéraire :
 - Yvetot – Pont de Brotonne ;
 - Pont de Brotonne – La Mailleraye.
- Sur chaque graphique :
 - o la distance ;
 - o la vitesse V_{85} estimée ;
 - o le type et le nom de l'intersection ;
 - o les points remarquables (2x2 voies, ouvrage d'art...) ;
 - o 3 couleurs pour les 3 zones (sûre, sensible, dangereuse) ;
 - o la suppression des intersections et les aménagements réalisés.
- Concernant la thématique « **Chocs en intersection** » :
 - o La couleur des encadrés indique la dangerosité de l'intersection suivant les seuils fixés précédemment.
- Concernant la thématique « **Traversées piétonnes** » :
 - o La couleur des panneaux indique la dangerosité de la traversée piétonne (suivant les seuils fixés précédemment) générée par la présence d'un arrêt de car, d'un parking ou d'un chemin de grande randonnée.

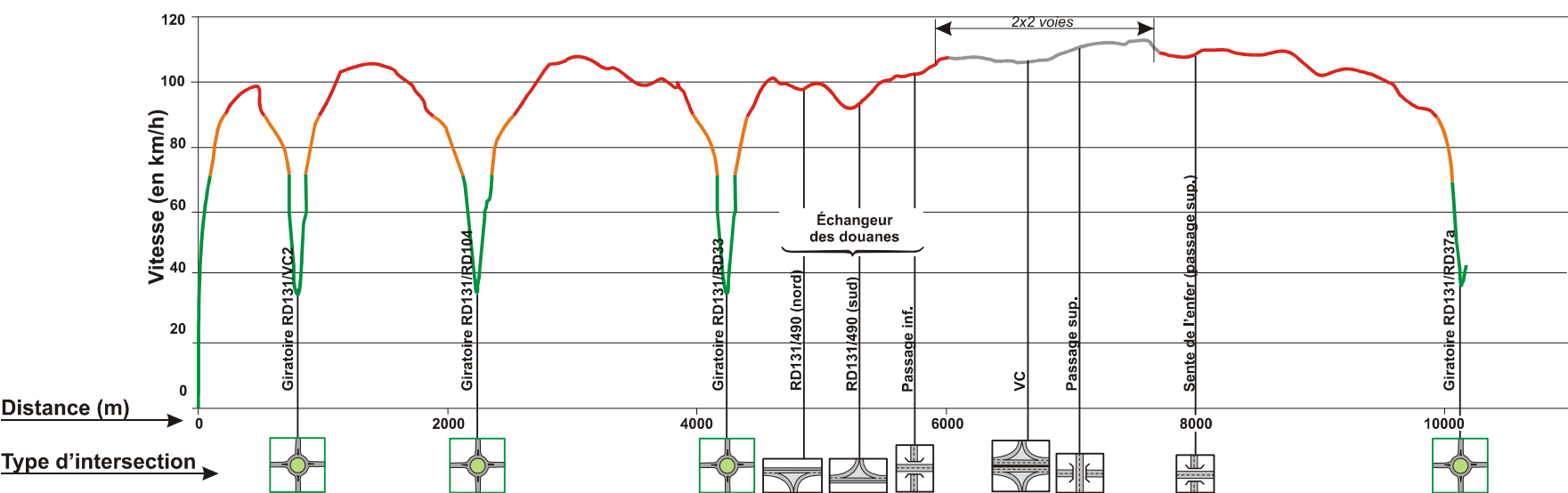
Chocs contre obstacles et chocs frontaux - Sens Yvetot - Pont de Brotonne

Avant travaux



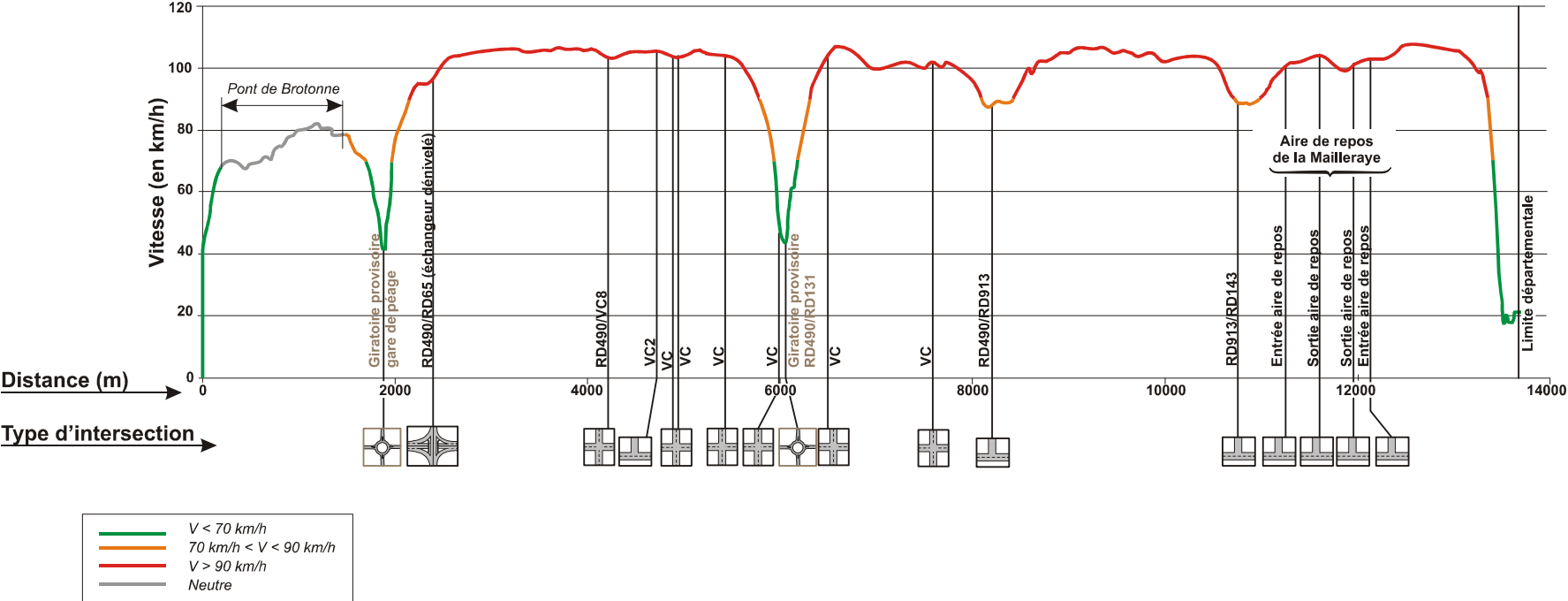
Chocs contre obstacles et chocs frontaux - Sens Yvetot - Pont de Brotonne

Après travaux



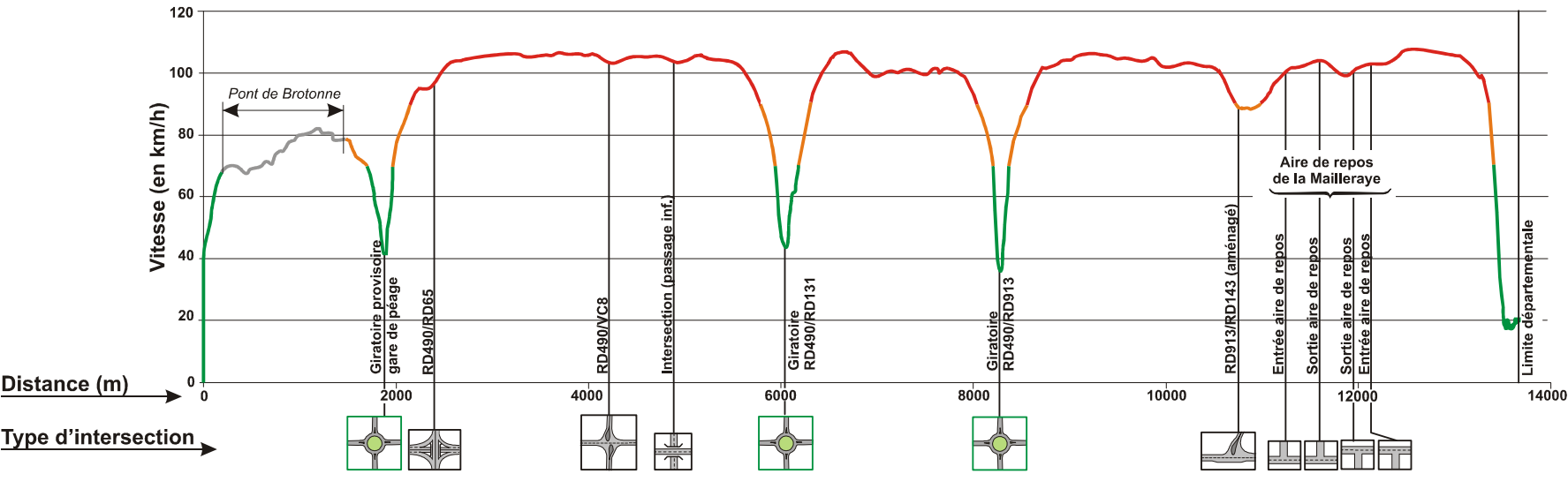
Chocs contre obstacles et chocs frontaux - Sens Pont de Brotonne - La Mailleraye

Avant travaux



Chocs contre obstacles et chocs frontaux - Sens Pont de Brotonne - La Mailleraye

Après travaux



4.3 Interprétation des indicateurs

4.3.1 Les chocs contre obstacle et chocs frontaux

OBJECTIFS

- Diminuer les vitesses.
- Limiter la gravité des sorties de chaussée.
- Prévenir les chocs frontaux.

PISTES D'ACTION

Diminuer les vitesses

- Implanter des radars pédagogiques.
- Implanter un radar « vitesse moyenne » à vocation pédagogique.
- Réaliser des aires de contrôle de la vitesse.
- Diminuer l'espace visuel de l'emprise de la 2x2 voies par un aménagement paysager.

Limiter la gravité des sorties de chaussée

- Traitement des obstacles latéraux : aucun obstacle dans la zone de sécurité. Supprimer, fragiliser, déplacer ou isoler les obstacles situés à moins de 4 mètres du bord de la chaussée. Cette mesure règle 75 % environ des accidents mortels de la circulation. Nous encourageons l'examen des autres obstacles situés entre 4 et 7 mètres du bord de chaussée. Recensement de tous les obstacles (nature, localisation et distance au bord de la chaussée, présence selon le tracé en plan, vitesse réglementaire).

Les mâts d'éclairage ne devront pas constituer des obstacles rigides en cas de sortie accidentelle de chaussée. A ce titre, nous proposons plusieurs solutions :

- ☐ de les implanter au-delà de la zone de sécurité,
- ☐ d'implanter des supports à sécurité passive (mâts fragilisés).

Remarques :

- La pose de glissières pour isoler les obstacles ne doit être utilisée que dans l'impossibilité de supprimer l'obstacle ou de le déplacer en dehors de la zone de sécurité.
- Dans un souci d'efficacité, il est souhaitable de traiter en priorité les obstacles les plus proches du bord de chaussée.

Prévenir des chocs frontaux suite à un écart de trajectoire ou une perte de contrôle

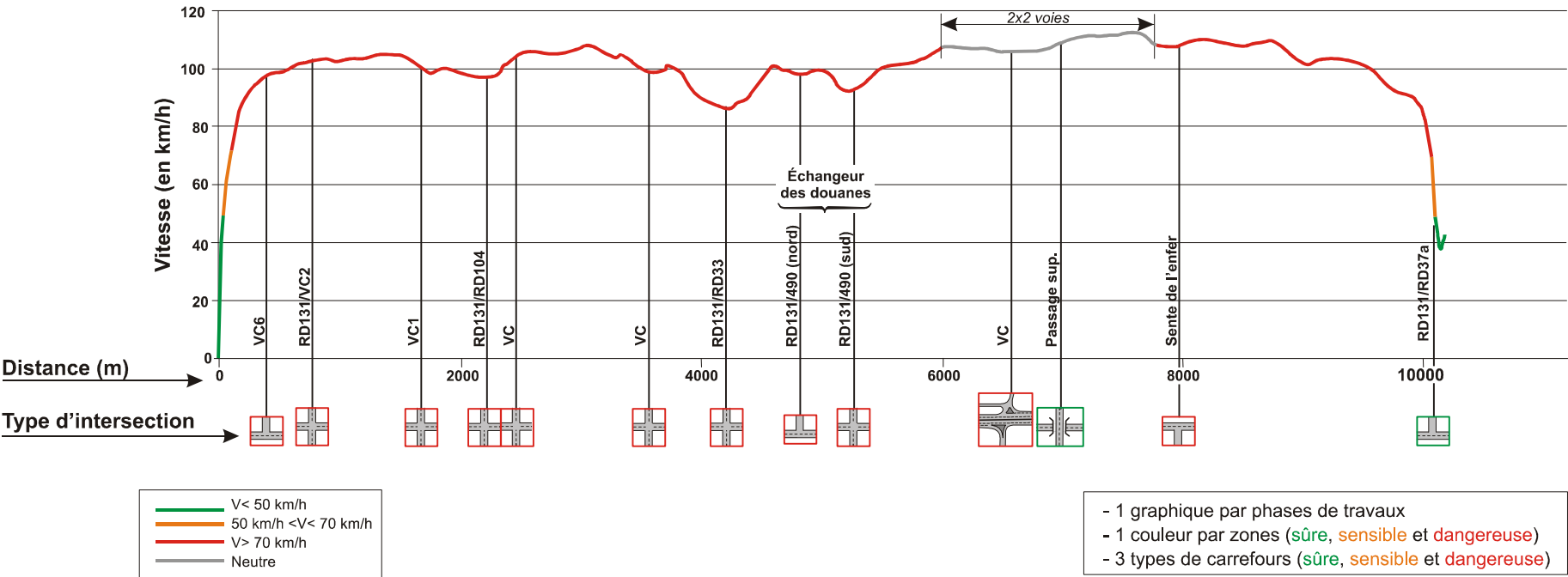
- Séparation des flux par un dispositif de retenue (route de type 1+1 ou 2+1). Cette hypothèse est à étudier en prenant en compte les largeurs disponibles, les dispositions associées à l'exploitation ainsi que les possibilités de dépassement. Ce type d'aménagement présente l'inconvénient d'augmenter les vitesses pratiquées.

- Implantation d'une alerte sonore en rive et en axe. L'objectif de sécurité est d'alerter l'utilisateur dérivant (hypovigilance, assoupissement) vers l'accotement ou vers la voie opposée afin qu'il corrige sa trajectoire (et renforcer la dissuasion de la ligne continue le cas échéant). Cette solution permet de limiter le risque de collision frontale et réduire les pertes de contrôle avec déport initial à gauche ou à droite.

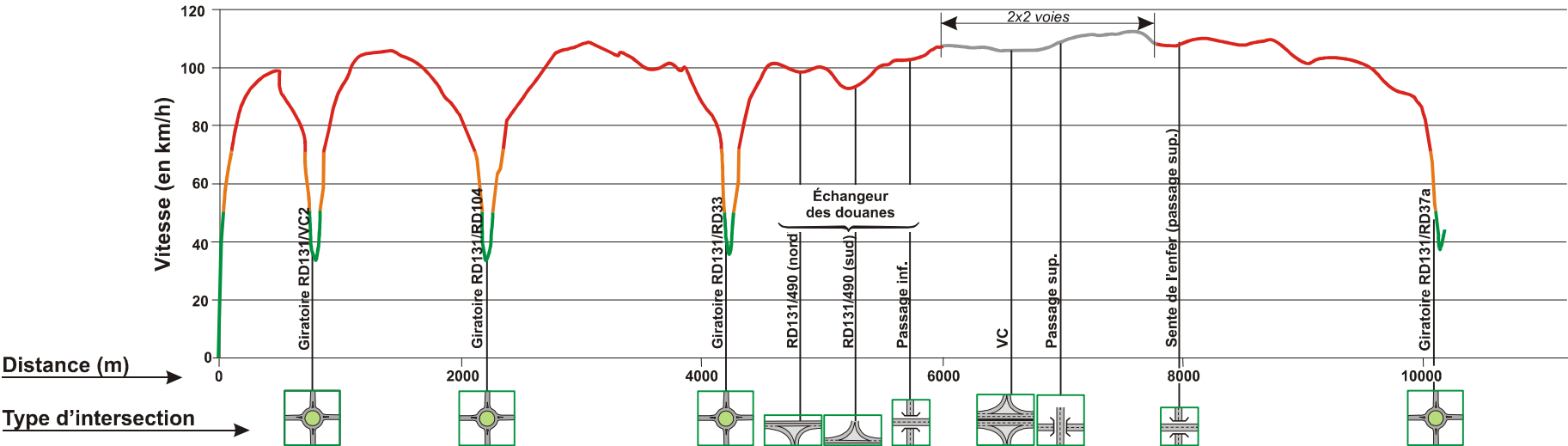
- Implantation d'un terre-plein central en peinture avec un dispositif d'alerte sur les zones où le dépassement est interdit. Sur les zones où le dépassement est autorisé, un dispositif d'alerte est à expérimenter.

- Compte-tenu du caractère accidentogène probable du dévers inversé, nous proposons de reprendre le dévers de la chaussée.

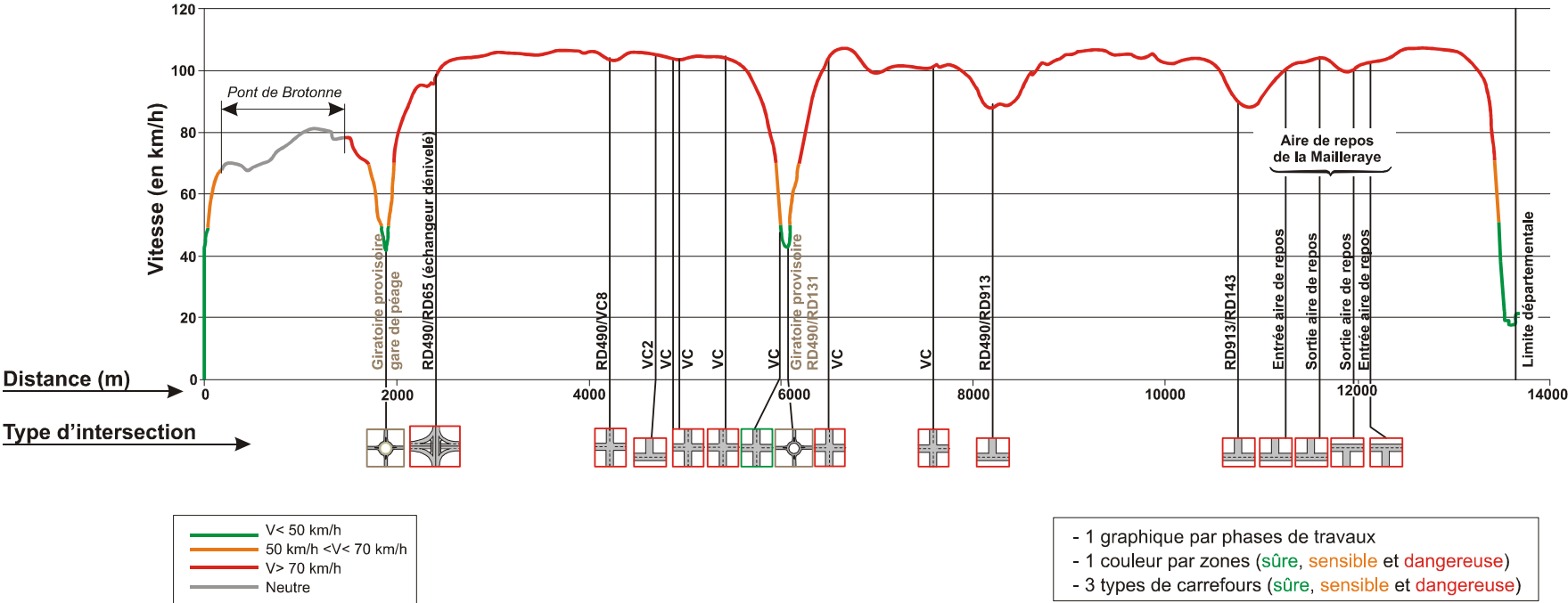
Chocs en intersection - Sens Yvetot - Pont de Brotonne
Avant travaux



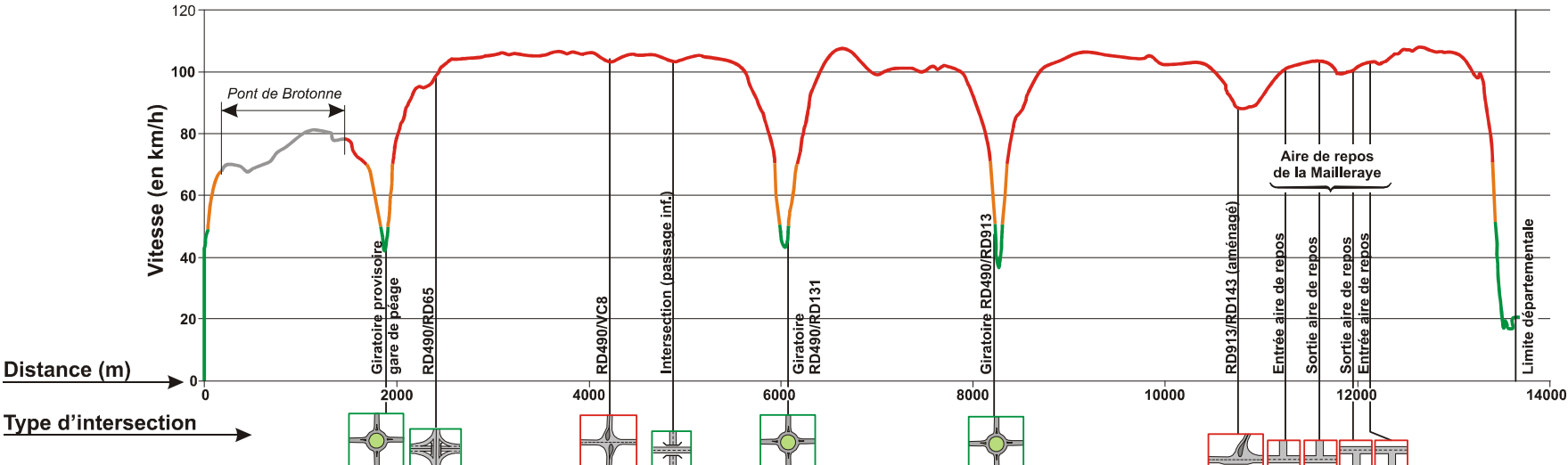
Chocs en intersection - Sens Yvetot - Pont de Brotonne
Après travaux



Chocs en intersection - Sens Pont de Brotonne - La Mailleraye
Avant travaux



Chocs en intersection - Sens Pont de Brotonne - La Mailleraye
Après travaux



4.3.2 La dangerosité des intersections

On observe un contraste entre la partie nord et la partie sud de l'itinéraire. En effet, entre Yvetot et le Pont de Brotonne, on constate que l'ensemble des intersections est traité grâce à l'implantation de giratoires ou d'autres aménagements. Pour l'ensemble de ces intersections ainsi sécurisées, on peut avancer l'hypothèse suivante : auparavant, suite à une erreur humaine, l'accident pouvait être mortel. Désormais, avec ces aménagements, une erreur humaine ne causera qu'un accident matériel.

En revanche, entre le pont de Brotonne et La Mailleraye, certaines intersections restent problématiques :

- RD490 / VC8.
- RD913 / RD 943.
- Les entrées et sorties des aires de repos de La Mailleraye.
- Plusieurs accès riverains.

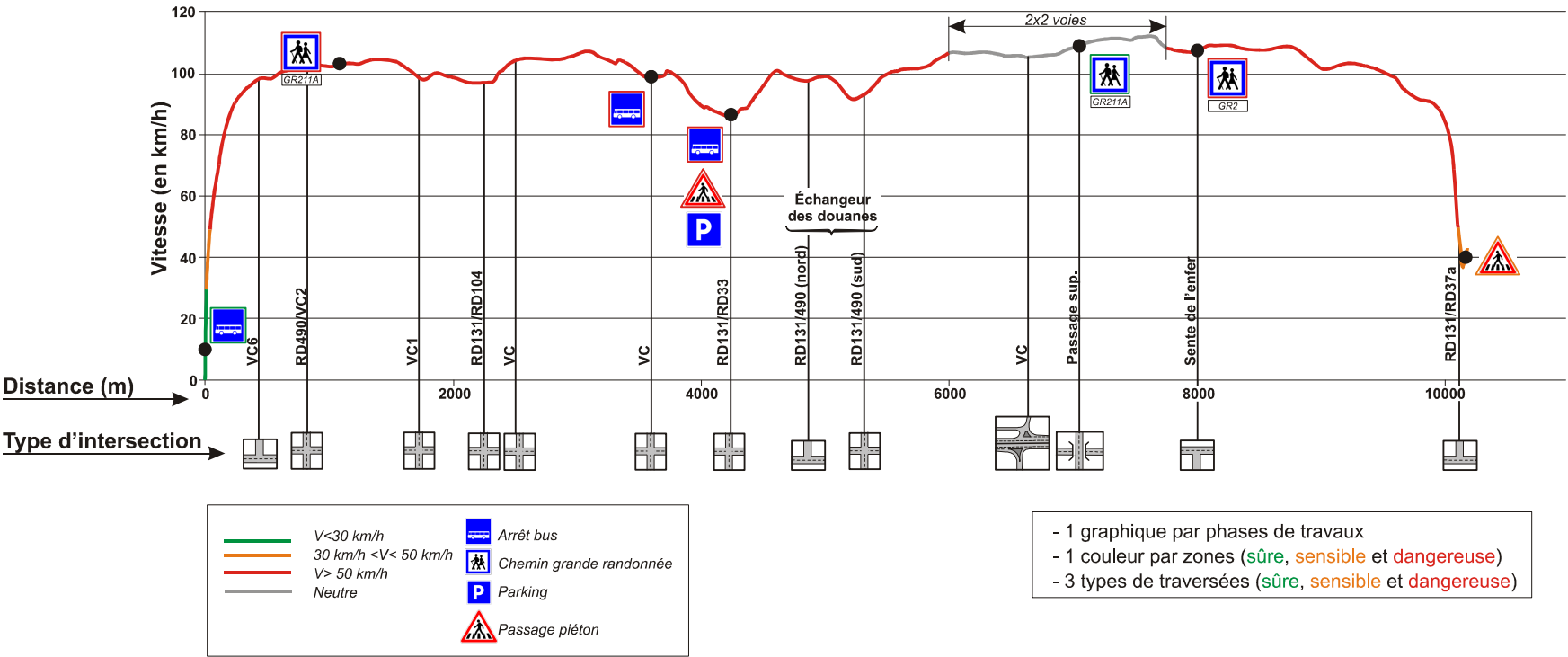
OBJECTIFS

- Sécuriser les mouvements en intersection.

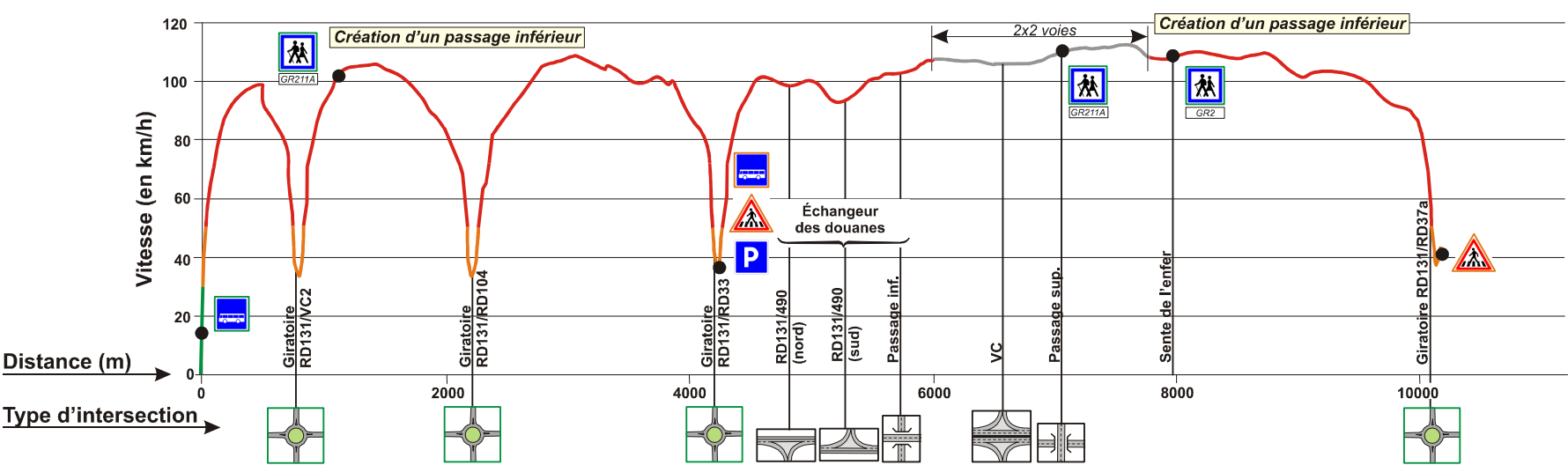
PISTES D'ACTION

- Renforcement de la signalisation concernant la vitesse : à titre expérimental, nous proposons d'implanter un panneau à messages variables (PMV) avec limitation de vitesse asservie à la présence d'un véhicule sur la sécante en priorité sur l'intersection RD490/VC8 en raison des vitesses pratiquées ($V_{85} = +105\text{km/h}$).
- Implanter des radars pédagogiques au droit de l'intersection.
- Les entrées et sorties des aires de repos de La Mailleraye : ne sont pas dangereuses car l'angle de choc est faible, sauf pour un usager franchissant l'axe médian (1 accident grave par le passé). Nous suggérons d'interdire physiquement le mouvement.
- Implanter une signalisation dynamique expérimentale avertissant l'usager de la présence de la présence d'un usager sur la sécante.

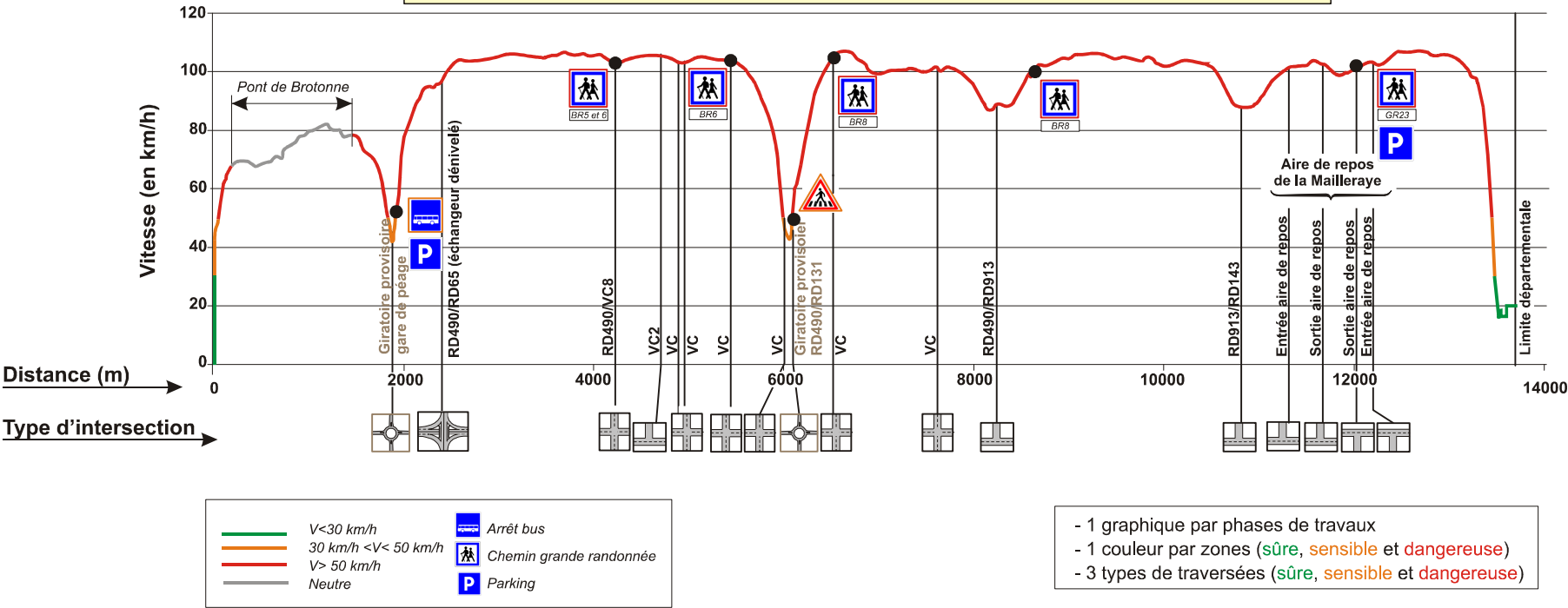
Dangerosité des traversées piétonnes - Sens Yvetot - Pont de Brotonne
Avant travaux



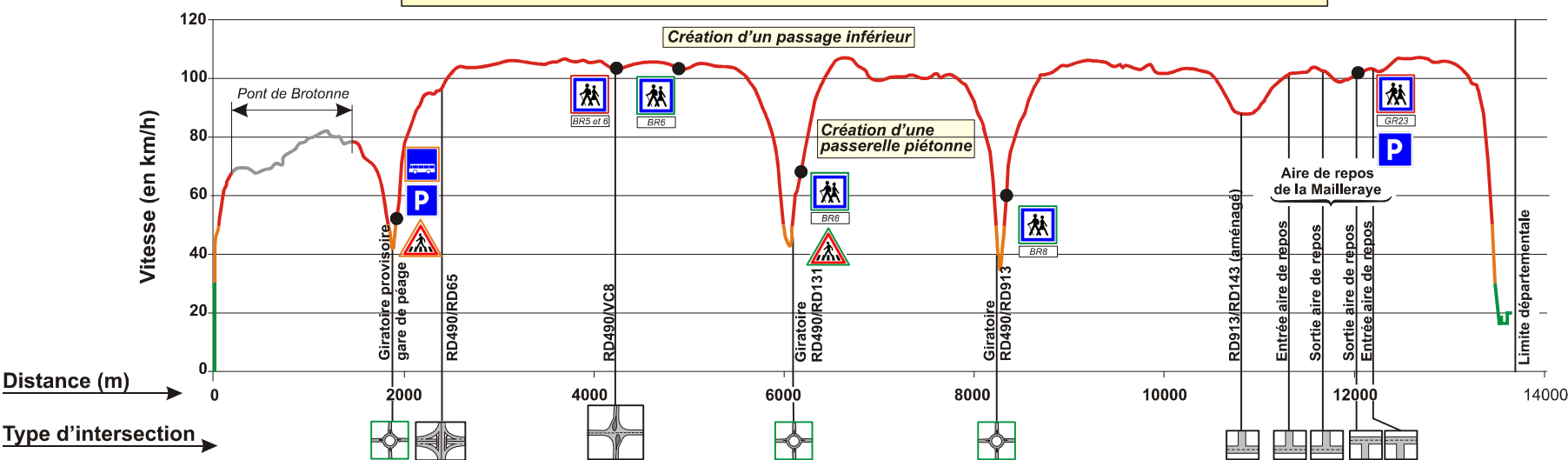
Dangerosité des traversées piétonnes Sens - Yvetot - Pont de Brotonne
Après travaux



Dangerosité des traversées piétonnes - Sens Pont de Brotonne - La Mailleraye
Avant travaux



Dangerosité des traversées piétonnes - Sens Pont de Brotonne - La Mailleraye
Après travaux



4.3.3 Prise en compte des usagers vulnérables

4.3.3.1 Dangerosité des traversées piétonnes

D'après les graphiques ci-contre, de nombreux problèmes ont été résolus. En effet, avant proposition des aménagements, on dénombrait 9 traversées piétonnes dangereuses. A la suite des réaménagements, on ne compte désormais plus que 2 traversées piétonnes jugées à surveiller. Ces dernières concernent uniquement le chemin de grande randonnée (GR23) au niveau de l'aire de repos de la Mailleraye et les boucles balisées (BR5 et 6). A noter que les piétons amenés à fréquenter ces lieux sont des adultes qui ne sortent pas d'un milieu confiné et ne sont pas des habitués.

4.3.3.2 Circulation des vélos

Concernant la circulation des vélos, le projet prévoit la réalisation d'une bande multifonctionnelle sur l'ensemble du projet sauf au niveau de la forêt de Brotonne.

Sur cette section, dans l'optique d'une route « plus sûre », nous proposons la réalisation d'une bande multifonctionnelle suffisamment large et entretenue et donc attrayante afin de faciliter la circulation des vélos ou d'éventuels piétons. On rappelle ici la possibilité de rattrapage supplémentaire qu'offrirait également cette bande multifonctionnelle pour un véhicule en perte de contrôle.

5 Conclusion et perspectives

5.1 Conclusion

Le présent rapport décrit l'apport de nouveaux éléments traitant de la sécurité des usagers. En effet, la mise en œuvre d'une nouvelle méthode d'élaboration d'un profil V_{85} a permis d'une part de conforter les premières conclusions du précédent rapport traitant de la vitesse sur l'axe Yvetot - La Mailleraye, et d'autre part d'amener l'analyse de trois indicateurs de sécurité qui n'avaient pas encore été traités.

Nous avons ainsi cherché à rappeler les objectifs de chaque indicateur traité et nous avons apporté différentes pistes permettant de résoudre les problèmes rencontrés sur cet itinéraire :

Chocs contre obstacle et chocs frontaux :

Diminuer les vitesses :

- *Planter des radars pédagogiques.*
- *Planter un radar « vitesse moyenne » à vocation pédagogique.*
- *Réaliser des aires de contrôle de la vitesse.*
- *Réduire l'espace visuel par un aménagement paysager sur la 2x2 voies.*

Limiter la gravité des sorties de chaussée :

- *Traiter les obstacles latéraux en les supprimant, en les déplaçant ou en les isolant.*
- *Fragiliser les supports d'équipements de la route.*

Alerter les usagers sortant de leur voie :

- *Séparer les flux par un dispositif de retenue.*
- *Planter une alerte sonore en axe et en rive.*
- *Planter un terre-plein central en peinture.*
- *Prendre le dévers de la chaussée.*

Chocs en intersection :

Sécuriser les mouvements en intersection :

- *Renforcer la signalisation.*
- *Planter des radars pédagogiques au droit de l'intersection.*
- *Interdire les mouvements dangereux sur les aires de repos.*
- *Planter une signalisation dynamique expérimentale avertissant de la présence d'un usager sur la sécante.*

Chocs contre usagers vulnérables :

Sécuriser la circulation des usagers vulnérables :

- *Réaliser une bande multifonctionnelle dans la forêt de Brotonne.*

5.2 Perspectives

Afin de confirmer les simulations des futurs aménagements, nous pourrons à l'aide de la « méthode de construction d'un profil V_{85} »⁷, effectuer un nouveau profil suite aux différents aménagements mis en oeuvre pour ainsi comparer les nouvelles vitesses avec celles estimées et décrites dans ce rapport. Cela permettra de confirmer l'efficacité de l'ensemble des solutions proposées si celles-ci sont mises en oeuvre. Enfin, ce nouveau profil pourra également révéler les points sensibles qui subsistent sur cet itinéraire malgré les travaux.

⁷ CETE Normandie Centre, *Estimation de la vitesse pratiquée sur un itinéraire, Méthode et application*, 2010

Ressources, territoires, habitats et logements
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

CETE Normandie Centre

DITM

Groupe Exploitation de la route

Simulation dynamique Métrologie et

10, chemin de la Poudrière BP 245

76121 Le Grand-Quevilly cedex

téléphone : 02 35 68 81 69

télécopie 02 35 68 81 23

courriel : DITM.CETE-NC@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

RAPPORTS

CETE
Normandie Centre

DITM
Département
Infrastructures de
Transport
Multimodales

Groupe
Exploitation de la route
Simulation dynamique
Métrologie

Novembre 2010



Modernisation et sécurisation de l'axe Yvetot - La-Mailleraye-sur-Seine

*Estimation de la demande et de l'offre de
dépassement avant et après aménagement de l'axe*



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
1	Cyrille LE LEZ	Relecture : Jean-Marc CHAUVIN, Eric VIOLETTE

Equipe projet

Olivier MOISAN, Guy DUPRE, Eric VIOLETTE, Cyrille LE LEZ
CETE Normandie-Centre – DITM

Affaire suivie par

Olivier MOISAN – CETE NC – DITM
Tél. 02.35.68.81.33 / fax : 02.35.68.88.56
Mél. olivier.moisan@developpement-durable.gouv.fr

Référence du marché

MISSION DE CONTROLE EXTERIEUR

ETUDES ET AMENAGEMENTS DE SECURITE

LOT N°11 - Secteur de Rouen

MARCHE N°207102



SOMMAIRE

1. Synthèse.....	1
2. Offre de dépassement	2
2.1. Détermination de la distance de dépassement et de l'intervalle vide	2
2.2. Linéaire de dépassement autorisé	2
2.3. Linéaire de dépassement envisageable.....	3
2.4. Offre réelle de dépassement sur l'itinéraire.....	3
3. Demande de dépassement	4
3.1. Définitions retenues	4
3.2. Présentation des résultats	4
3.3. Comparaison (avec RD 915)	5
4. Annexes	6
4.1. Distance de dépassement et intervalle vide	6
4.2. Linéaire de dépassement autorisé	7
4.3. Etude de trafic	9
4.4. Gêne occasionnée par les véhicules lents	10

1. Synthèse

L'objet du rapport est d'évaluer l'offre de dépassement de l'axe reliant Yvetot à La Mailleraye-sur-Seine et d'estimer sa modification consécutivement au futur réaménagement, puis de mettre ces résultats en perspective avec l'estimation de la demande de dépassement associée à la gêne occasionnée par les véhicules lents.

Ces estimations sont effectuées à partir des mesures microscopiques de trafic réalisées dans le cadre de l'observatoire des comportements avant réaménagement en octobre 2009.

Le calcul de l'**offre** réelle **de dépassement** de l'itinéraire appliqué à une forte gêne (véhicule agricole circulant à 40 km/h par exemple), prenant en compte le linéaire où le dépassement est envisageable et la proportion de véhicules bénéficiant d'un intervalle vide suffisant pour effectuer la manœuvre, fournit les résultats suivants :

- L'offre réelle de dépassement de l'itinéraire s'établit à 28 % en période de trafic fort et 34 % en période de trafic faible dans les deux sens de circulation.
- Après projection des futurs aménagements sur l'itinéraire, l'offre réelle de dépassement n'est pas affectée.

La détermination dans le trafic total de la proportion de véhicules susceptibles d'être gênés en différents points de l'itinéraire et pouvant traduire la **demande de dépassement** conduit aux résultats suivants :

- Les véhicules suiveurs circulant en peloton à moins de 50 km/h, correspondant à une forte gêne possible, représentent sur la période étudiée entre 0,3 et 2,1 % de l'ensemble des véhicules selon les points vers Yvetot et entre 0,1 et 0,9 % vers La Mailleraye.
- Les véhicules suiveurs circulant en peloton à moins de 70 km/h, correspondant à une gêne possible, représentent sur la période étudiée entre 0,4 et 3,4 % de l'ensemble des véhicules selon les points vers Yvetot et entre 0,2 et 5,9 % vers La Mailleraye.

Les méthodes et les résultats sont détaillés dans les paragraphes ci-après.

2. Offre de dépassement

La configuration étudiée est celle d'un usager rencontrant une forte gêne sur le parcours, occasionnée par exemple par un véhicule agricole, et l'incitant à effectuer une manœuvre de dépassement.

La caractérisation des possibilités réelles de dépassement de l'itinéraire requiert au préalable la détermination de la distance de dépassement et de la durée d'intervalle vide ainsi que la mesure du linéaire pour lequel le dépassement est autorisé et le calcul du linéaire pour lequel le dépassement est envisageable. Le résultat intègre ensuite la proportion de véhicules pouvant effectivement dépasser compte tenu du trafic de la voie du sens opposé.

2.1. Détermination de la distance de dépassement et de l'intervalle vide

L'intervalle vide nécessaire au dépassement comprend en pratique la durée de la prise d'information, la durée de dépassement proprement dite, associée à une marge de sécurité en fin de dépassement vis à vis du véhicule croiseur en approche ou de la fin du créneau de dépassement autorisé. La durée de dépassement est inférieure à l'intervalle vide. La notion de forte gêne suggère ici que le véhicule contraint à effectuer un dépassement possède une vitesse initiale égale à celle du véhicule dépassé.

La distance retenue pour dépasser un véhicule long susceptible d'occasionner une forte gêne en circulant à 40 km/h est de 180 mètres. La durée d'intervalle vide retenue est de 12 secondes. Ces valeurs sont établies à partir des éléments proposés à titre indicatif en [annexe 4.1](#) du document.

2.2. Linéaire de dépassement autorisé

Les linéaires de dépassement autorisé avant et après réaménagement dans les deux sens de circulation, en considérant d'une part le linéaire à 1 ou 2 voie(s) et d'autre part uniquement le linéaire à 1 voie circulée par sens, sont présentés dans le tableau ci-après. Les relevés détaillés figurent en [annexe 4.2](#).

Les créneaux à 2 voies de l'itinéraire sont la portion à chaussées séparées et le pont de Brotonne qui permet le dépassement de véhicules agricoles.

Dépassement autorisé		Linéaire 1 ou 2 voie(s)	Linéaire 1 voie
Avant	Itinéraire (m)	23 329	19 779
	Dépassement autorisé (m)	11 703	8 153
	Proportion (%)	50	41
Après	Itinéraire (m)	23 329	19 779
	Dépassement autorisé (m)	11 523	7973
	Proportion (%)	49	40

Tableau 1 : évolution de l'offre de dépassement autorisé - Yvetot / La Mailleraye

Les futurs giratoires sont implantés pour l'essentiel dans les zones où le dépassement était préalablement interdit. L'offre de dépassement n'est pas modifiée.

L'offre géométrique de dépassement (linéaire de dépassement autorisé) peut ainsi apparaître relativement bonne en référence à titre indicatif aux recommandations du guide technique d'aménagement des routes principales ^[1] qui préconise des possibilités de dépassement sur au moins 25 % du tracé réparties en plusieurs sections.

2.3. Linéaire de dépassement envisageable

Le linéaire pour lequel le dépassement est envisageable se calcule en soustrayant la distance de dépassement (180 m) à la fin de chaque créneau où le dépassement est autorisé, permettant ainsi d'exclure les configurations non réglementaires qui amèneraient à franchir une ligne blanche continue pour se rabattre.

Les linéaires de dépassement envisageable avant et après réaménagement dans les deux sens de circulation, en considérant d'une part le linéaire à 1 ou 2 voie(s) et d'autre part uniquement le linéaire à 1 voie circulée par sens, figurent dans le tableau suivant :

Dépassement envisageable		Linéaire 1 ou 2 voie(s)	Linéaire 1 voie
Avant et Après	Itinéraire (m)	23 329	19 779
	Dépassement envisageable (m)	9 433	5 883
	Proportion (%)	40	30

Tableau 2 : offre de dépassement envisageable - Yvetot / La Mailleraye

2.4. Offre réelle de dépassement sur l'itinéraire

L'offre réelle de dépassement sur l'itinéraire est calculée en affectant, selon la formule ci-dessous, à chaque créneau où le dépassement est envisageable la proportion de véhicules disposant d'un intervalle vide supérieur à 12 secondes sur la voie opposée. Cette proportion est calculée sur la base des temps de croisement des véhicules mesurés en différents points de l'itinéraire selon le niveau de trafic observé sur la période. Elle correspond à la proportion de véhicules qui auraient pu dépasser si ils avaient été contraints par un véhicule agricole circulant immédiatement devant eux. Les résultats de l'étude de trafic figurent en [annexe 4.3](#).

$$\frac{\sum (\text{créneaux à 1 voie} - d) \cdot P + \sum (\text{créneaux à 2 voies affectées} - d)}{\text{longueur totale de l'itinéraire}}$$

avec d = distance de dépassement
 P = proportion de véhicules qui pourraient dépasser

La proportion de véhicules pouvant dépasser par sens de circulation est assimilée à la moyenne établie à partir des points de mesure, conduisant à résumer l'ensemble par un trafic hypothétiquement constant sur l'itinéraire. Un découpage par zones associées aux proportions calculées en chaque point est toutefois réalisable compte tenu de la réalité des différences de trafic sur l'itinéraire ainsi qu'une exploitation par d'autres méthodes des points de mesure non synchronisés, mais le gain apporté au résultat final est faible.

^[1] ARP, Sétra, août 1994

Les possibilités réelles de dépassement sur l'itinéraire avant et après projet selon un niveau de trafic fort et faible sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le résultat est peu sensible aux faibles variations de la proportion de véhicules pouvant dépasser ; il est similaire pour les deux sens de circulation.

Offre réelle de dépassement		Linéaire 1 ou 2 voie(s)	Linéaire 1 voie
Avant et Après	Trafic fort	28	15
	Trafic faible	34	22

Tableau 3 : offre réelle de dépassement - Yvetot / La Mailleraye

3. Demande de dépassement

L'estimation de la demande de dépassement repose sur l'identification dans le trafic des situations de conduite en file à faible vitesse.

3.1. Définitions retenues

Les définitions employées dans la caractérisation de la gêne occasionnée par les véhicules « lents » sont les suivantes :

- **Peloton** : ensemble de véhicules groupés circulant avec un temps inter-véhiculaire inférieur ou égal à 5 secondes ;
- **Forte gêne possible** : véhicules suiveurs dans un peloton circulant à moins de 50 km/h ;
- **Gêne possible** : véhicules suiveurs dans un peloton circulant à moins de 70 km/h.

3.2. Présentation des résultats

Les proportions de véhicules susceptibles d'être fortement gênés ou gênés pour la période observée aux différents points de mesure (limitation 90 km/h) en application des définitions retenues figurent dans les tableaux suivants. Il s'agit des proportions de véhicules en peloton circulant à moins de 50 ou 70 km/h dans le trafic total :

- **Vers Yvetot :**

	Point 1	P2	P3	P4	P6	P7 *	P8
Forte gêne possible (% trafic total)	0,3%	0,5%	0,3%	0,4%	1,5%	0,3%	2,1%
Gêne possible (% trafic total)	1,2%	0,4%	0,9%	1,3%	2,8%	0,7%	3,4%

Tableau 4 : gêne occasionnée - vers Yvetot

- **Vers La Mailleraye :**

	Point 1	P2	P3	P4	P6	P7 *	P8
Forte gêne possible (% trafic total)	0,1%	0,2%	0,4%	0,5%	0,3%	0,1%	0,9%
Gêne possible (% trafic total)	3,7%	2,4%	5,9%	1,3%	0,7%	0,2%	3,6%

Tableau 5 : gêne occasionnée - vers La Mailleraye

* : point 7 : 2 x 2 voies

Ces résultats (proportion de véhicules circulant à moins de 50 ou 70 km/h dans le trafic total) sont détaillés en **annexe 1** et sont complétés par les informations suivantes :

- proportion de véhicules circulant à moins de 50 ou 70 km/h dans le trafic total ;
- proportion de véhicules en peloton dans le trafic circulant à moins de 50 ou 70 km/h ;
- proportion de pelotons de 2 véhicules dans le trafic circulant à moins de 50 ou 70 km/h ;
- proportion de véhicules légers (VL) en première position des pelotons circulant à moins de 50 ou 70 km/h ;
- proportion de poids-lourds (PL) en première position des peloton circulant à moins de 50 ou 70 km/h.

Ces données peuvent dans une certaine mesure, refléter la demande de dépassement et éventuellement être mises en perspectives avec l'offre de dépassement estimée pour ce site.

3.3. Comparaison (avec RD 915)

A titre indicatif, figurent ci-dessous les valeurs susceptibles d'indiquer la gêne occasionnée par les véhicules lents sur le RD 915 en un point situé entre Forges-les-Eaux et Gournay.

	RD915 – vers Forges	RD915 – vers Gournay
Forte gêne possible (% trafic total)	0,4%	0,3%
Gêne possible (% trafic total)	1,0%	0,9%

Tableau 6 : gêne occasionnée - RD 915

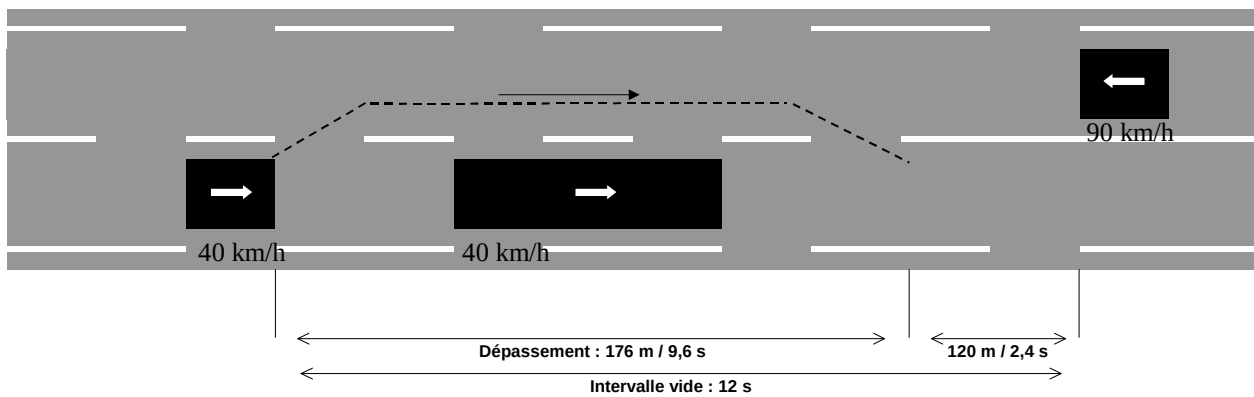
4. Annexes

4.1. Distance de dépassement et intervalle vide

Véhicule dépassé	Véhicule dépassant	Vitesse initiale des 2 véhicules (km/h)	Vitesse finale véhicule dépassant (km/h)	Accélération moyenne (m/s ²)	T.I.V. avant et après (s)	D.I.V. avant et après (m)	Durée (s)	Distance (m)
PL (20 m)	VL (5 m)	40	88	1,88 *	1	11	7,1	126
PL	VL	40	92 **	1,5	2 **	22	9,6	176

Tableau 7: calcul de durée et distance de dépassement d'un PL (véhicule agricole) circulant à 40 km/h par un VL

Schéma 1 : créneau spatio-temporel de dépassement



Véhicule dépassé	Véhicule dépassant	Vitesse initiale des 2 véhicules (km/h)	Vitesse finale véhicule dépassant (km/h)	Accélération moyenne (m/s ²)	T.I.V. avant et après (s)	D.I.V. avant et après (m)	Durée (s)	Distance (m)
PL (20 m)	VL (5 m)	50	99	1,78 *	1	14	7,7	160
PL	VL	60	108	1,6 *	0,9	15	8,3	193
PL	VL	70	115	1,39 *	0,8	16	9	231
PL	VL	80	124	1,31 *	0,7	16	9,3	262

Tableau 8 : calcul de durée et distance de dépassement : données complémentaires

* Clio2 1,5 dci 80 cv : accélération maximale (pente nulle)

** vitesse maximale autorisée = 90 km/h et TIV réglementaire = 2 s

4.2. Linéaire de dépassement autorisé

- **Avant aménagement (08/2010) :**

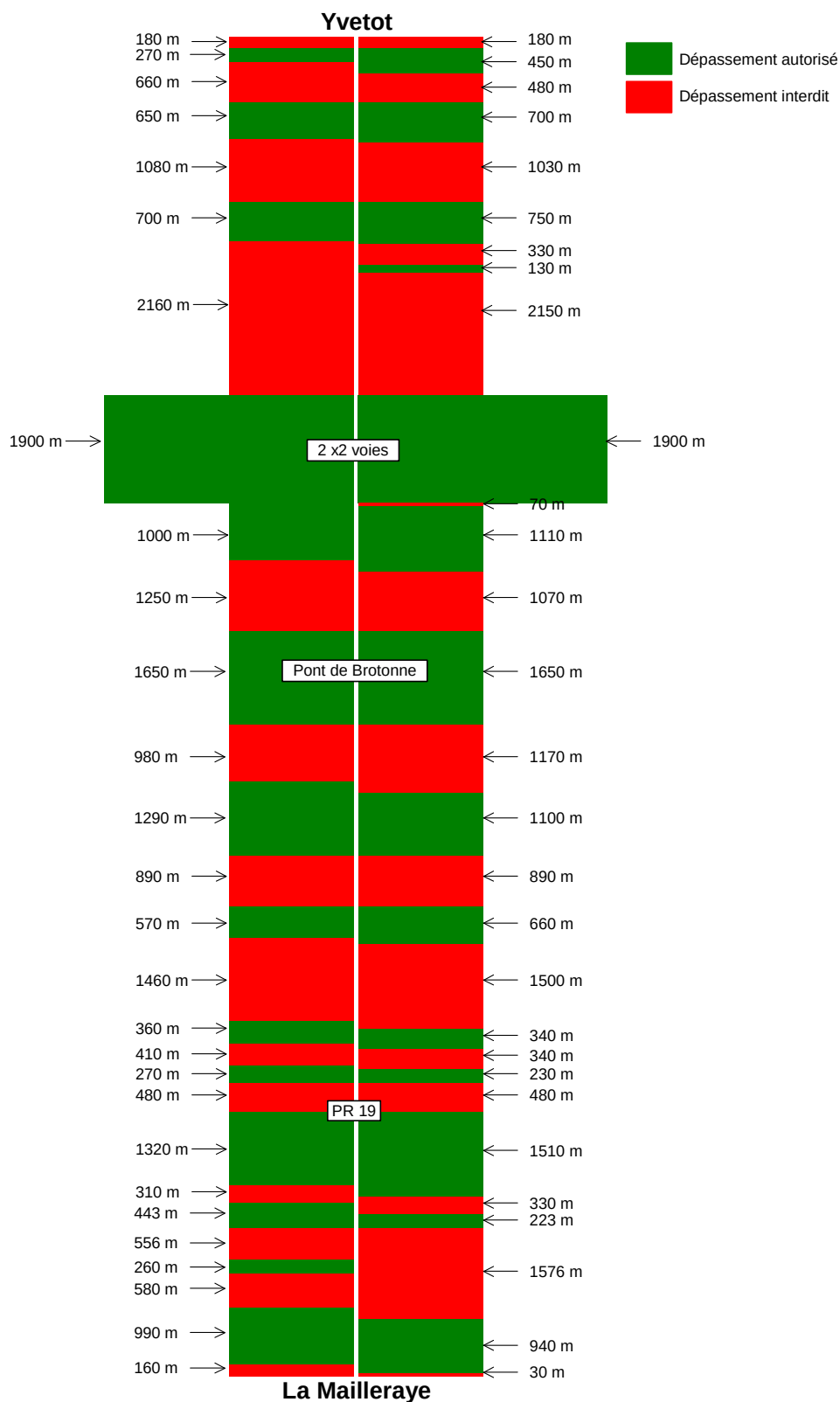


Schéma 2 : linéaire de dépassement autorisé avant projet – Yvetot / La Mailleraye

- **Après aménagement (projection) :**

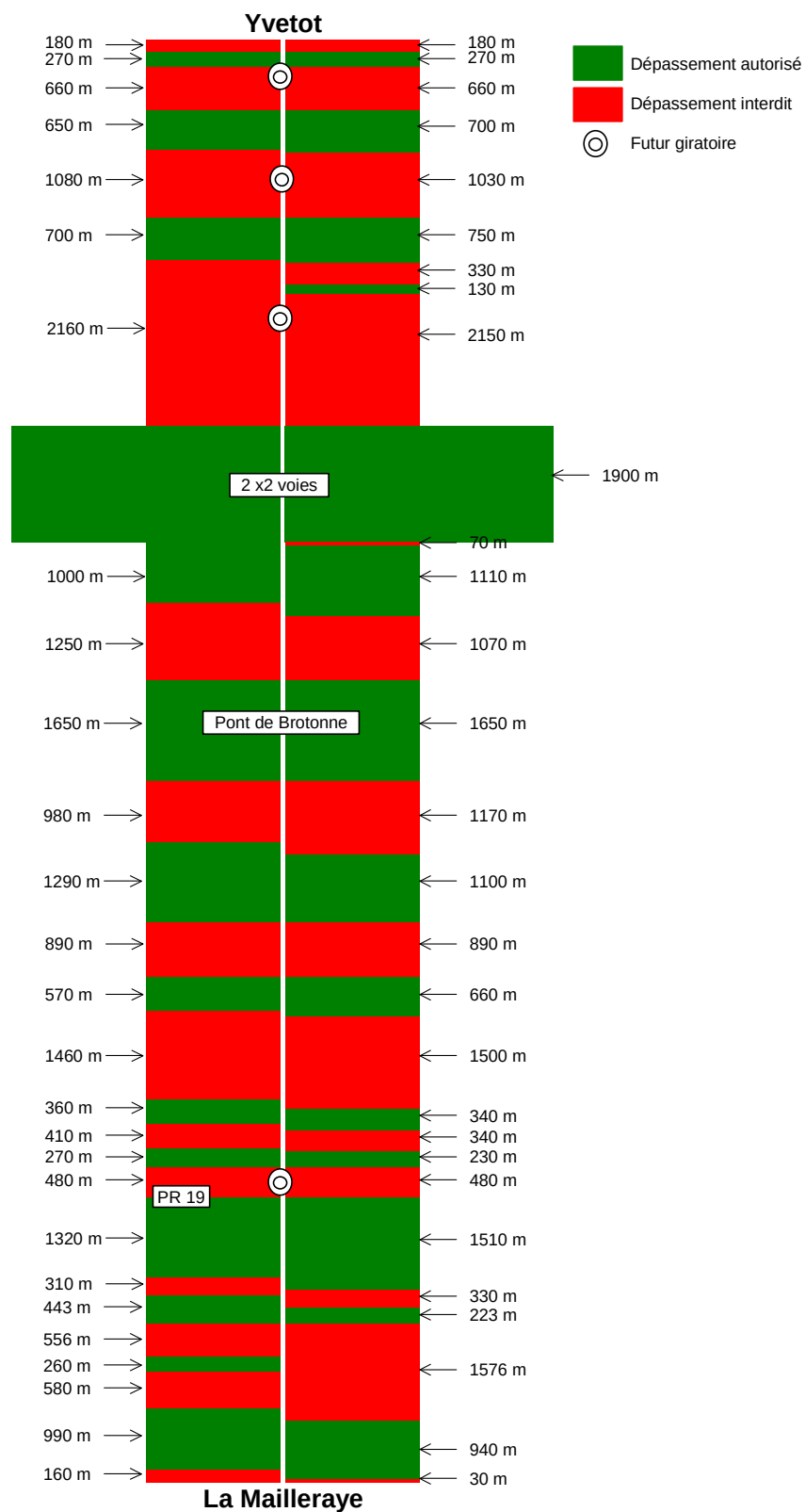


Schéma 3 : linéaire de dépassement autorisé après projet – Yvetot / La Mailleraye

4.3. Etude de trafic

S1 : sens 1 : vers Yvetot

S2 : sens 2 : vers La Mailleraye

- **Débits horaires de jour :**

		P1S1	P1S2	P2S1	P2S2	P3S1	P3S2	P6S1	P6S2
		Ma 13/10/09	Ma 13	Ma 13	Ma 13	Ma 27	Ma 27	Ma 13	Ma 13
veh	Trafic 24 h	3133	2943	2751	2962	2788	2791	3223	3525
h	Horaires jour	7à20	6à20	7à20	5à20	8à22	7à21	6à21	6à21
	Horaire trafic fort	17à18	7à8	17à18	7à8	18à19	8à9	17à18	7à8
	Horaire trafic faible	11à12	13à14	11à12	5à6	21à22	20à21	6à7	20à21
%	Part trafic jour / 24 h	89	90	89	92	91	91	94	93
veh/h	Trafic fort (max)	418	373	364	384	333	312	360	370
	Trafic moyen (moy)	214	190	189	182	181	182	202	220
	Trafic faible (min)	138	122	122	78	71	97	74	86

Tableau 9 : débits horaires de jour - 13/10/09 et 27/10/09 - Yvetot / La Mailleraye

- **Proportion de véhicules pouvant dépasser :**

Taux de véhicules pouvant dépasser	Trafic sens opposé	P1S1	P2S1	P3S1	P6S1	P1S2	P2S2	P3S2	P6S2	Moyenne des points de mesure S1	Moyenne des points de mesure S2
	Fort	49%	46%	55%	39%	49%	46%	66%	53%	47%	53%
	Faible	72%	67%	85%	81%	72%	75%	75%	75%	76%	74%

Tableau 10 : proportion de véhicules pouvant dépasser - 13/10/09 et 27/10/09 de jour - Yvetot / La Mailleraye

Remarque : le calcul des temps de croisement des véhicules à partir des mesures individuelles bord de voie requiert la synchronisation des données des deux sens de circulation. Quatre points de mesure de l'itinéraire sont exploitables dans ce contexte.

- **Exemple de possibilités de dépassement en un point :**

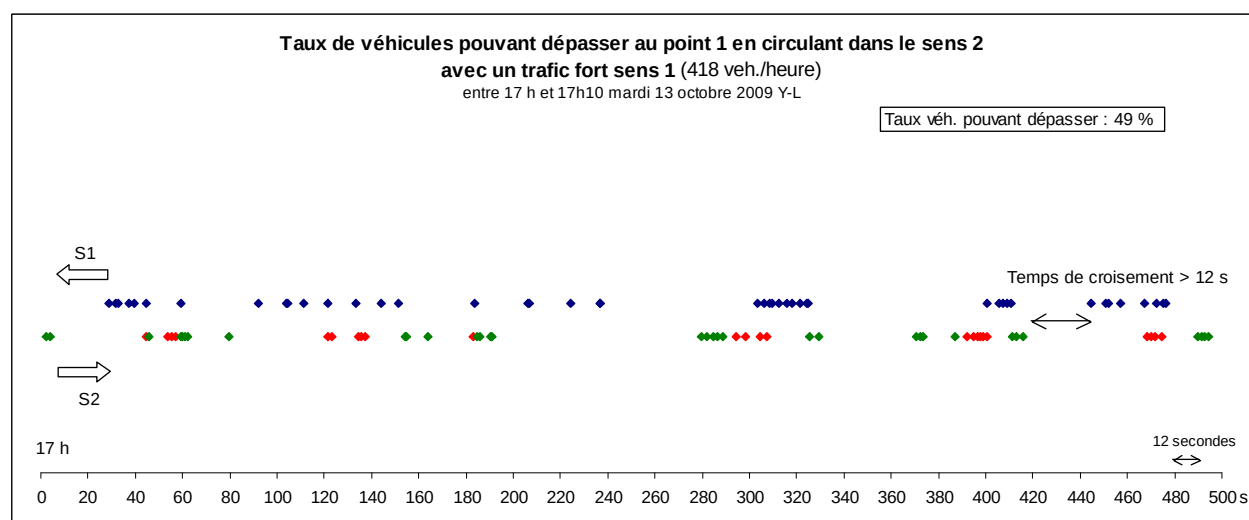


Schéma 4 : exemple de possibilités de dépassement en un point - Yvetot / La Mailleraye

4.4. Gêne occasionnée par les véhicules lents Itinéraire Yvetot – La Mailleraye

- **Vers Yvetot :**

Forte gêne possible vers Yvetot (<= 50 km/h)	Point 1	P2	P3	P4	P6	P7	P8
Période	12 au 20 oct. 09	12 au 20 oct. 09	20 au 29 oct. 09	20 au 24 oct. 09	12 au 20 oct. 09	22 au 30 oct. 09	12 au 20 oct. 09
Nb total véh.	25 508	22 428	24 145	15 948	26 158	27 881	35 039
Nb veh. <= 50 km/h	146	181	165	125	578	1309	1063
Nb de pelotons	13	22	27	19	79	100	134
Nb Véh. en peloton *	78	107	66	66	387	112	743
% veh. <= 50 km/h dans le trafic total	0,6%	0,8%	0,7%	0,8%	2,2%	4,7%	3,0%
% véh. en peloton <= 50 km/h dans le trafic total *	0,3%	0,5%	0,3%	0,4%	1,5%	0,4%	2,1%
% veh. en peloton dans le trafic <= 50 km/h *	53%	59%	40%	53%	67%	9%	70%

% pelotons de 2 veh.	23%	32%	56%	37%	29%	88%	22%
% VL en 1ère position	46%	55%	59%	68%	52%	16%	40%
% PL en 1ère position	54%	45%	41%	32%	48%	84%	60%

Tableau 11 : forte gêne possible - vers Yvetot

Gêne possible vers Yvetot (<= 70 km/h)	Point 1	P2	P3	P4	P6	P7	P8
Période	12 au 20 oct. 09	12 au 20 oct. 09	20 au 29 oct. 09	20 au 24 oct. 09	12 au 20 oct. 09	22 au 30 oct. 09	12 au 20 oct. 09
Nb total véh.	25 508	22 428	24 145	15 948	26 158	27 881	35 039
Nb veh. <= 70 km/h	699	255	517	468	1 195	3 581	1 868
Nb de pelotons	106	45	95	79	182	322	264
Nb Véh. en peloton *	314	92	208	206	724	416	1189
% veh. <= 70 km/h dans le trafic total	2,7%	1,1%	2,1%	2,9%	4,6%	12,8%	5,3%
% véh. en peloton <= 70 km/h dans le trafic total *	1,2%	0,4%	0,9%	1,3%	2,8%	1,5%	3,4%
% veh. en peloton dans le trafic <= 70 km/h *	45%	36%	40%	44%	61%	12%	64%

% pelotons de 2 veh.	42%	56%	49%	52%	35%	78%	35%
% VL en 1ère position	50%	53%	57%	54%	53%	40%	44%
% PL en 1ère position	50%	47%	43%	46%	47%	60%	56%

Tableau 12 : gêne possible - vers Yvetot

* hors véhicule de tête

- **Vers La Mailleraye :**

Forte gêne possible vers La Mailleraye (<= 50 km/h)	Point 1	P2	P3	P4	P6	P7	P8
Période	12 au 20 oct. 09	12 au 20 oct. 09	20 au 29 oct. 09	20 au 24 oct. 09	12 au 20 oct. 09	22 au 30 oct. 09	22 au 30 oct. 09
Nb total véh.	23 353	23 507	24 268	33 877	27 411	27 582	34 077
Nb veh. <= 50 km/h	87	169	232	265	209	137	552
Nb de pelotons	6	12	39	31	28	11	71
Nb Véh. en peloton *	15	51	100	174	72	20	320
% veh. <= 50 km/h dans le trafic total	0,4%	0,7%	1,0%	0,8%	0,8%	0,5%	1,6%
% véh. en peloton <= 50 km/h dans le trafic total *	0,1%	0,2%	0,4%	0,5%	0,3%	0,1%	0,9%
% veh. en peloton dans le trafic <= 50 km/h *	17%	30%	43%	66%	34%	15%	58%

% pelotons de 2 veh.	33%	25%	44%	32%	43%	91%	28%
% VL en 1ère position	83%	67%	46%	52%	50%	82%	58%
% PL en 1ère position	17%	33%	54%	48%	50%	18%	42%

Tableau 13 : forte gêne possible - vers La Mailleraye

Gêne possible vers La Mailleraye (<= 70 km/h)	Point 1	P2	P3	P4	P6	P7	P8
Période	12 au 20 oct. 09	12 au 20 oct. 09	20 au 29 oct. 09	20 au 24 oct. 09	12 au 20 oct. 09	22 au 30 oct. 09	22 au 30 oct. 09
Nb total véh.	23 353	23 507	24 268	33 877	27 411	27 582	34 077
Nb veh. <= 70 km/h	1596	1125	2679	809	460	370	2346
Nb de pelotons	273	229	576	132	69	31	424
Nb Véh. en peloton *	861	566	1429	444	204	47	1232
% veh. <= 70 km/h dans le trafic total	6,8%	4,8%	11,0%	2,4%	1,7%	1,3%	6,9%
% véh. en peloton <= 70 km/h dans le trafic total *	3,7%	2,4%	5,9%	1,3%	0,7%	0,2%	3,6%
% veh. en peloton dans le trafic <= 70 km/h *	54%	50%	53%	55%	44%	13%	52%

% pelotons de 2 veh.	35%	50%	41%	45%	45%	77%	41%
% VL en 1ère position	37%	32%	26%	48%	51%	61%	71%
% PL en 1ère position	63%	68%	74%	52%	49%	39%	29%

Tableau 14 : gêne possible - vers La Mailleraye

* : hors véhicule de tête

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

CETE Normandie Centre

DITM

Groupe Exploitation de la route

Simulation dynamique Métrologie

10, chemin de la Poudrière BP 245

76121 Le Grand-Quevilly cedex

téléphone : 02 35 68 81 69

télécopie 02 35 68 81 23

courriel : DITM.CETE-NC@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

RAPPORTS

CETE

Normandie Centre

Département des
Infrastructures de
Transport
Multimodales

Groupes :

- Exploitation de la route
- Simulation dynamique
- Métrologie
- Sécurité Routière

Juin 2011



Modernisation de l'axe Yvetot - la Mailleraye-sur-Seine

Analyse du risque en carrefour

Cas des carrefours

RD490/VC8 - RD131/RD104 - RD131/VC2



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Centre d'Études
Techniques de
l'Équipement
Normandie Centre

Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
1 ^{er} mars 2011	Peggy Subirats	Relecture Guy Dupré
10 mai 2011	Peggy Subirats	Ajout et relecture Cyrille Le Lez
17 mai 2011	Peggy Subirats	Relecture Olivier Moisan
9 juin 2011	Peggy Subirats	Relecture Eric Violette

Affaire suivie par

Olivier MOISAN - CETE NC - DITM
Tél. : 02 35 68 88 56 - fax : 02 35 68 81 23
Mél : olivier.moisan@developpement-durable.gouv.fr

Equipe projet CETE Normandie Centre - DITM

Groupe Exploitation de la route Simulation dynamique Métrologie

Eric VIOLETTE
Peggy SUBIRATS
David DOUCET
Lucien DI GIACOMO
Cyrille LE LEZ

Groupe Sécurité Routière

DUPRE Guy
MOISAN Olivier

Référence du marché

MISSION DE CONTROLE EXTERIEUR
ETUDES ET AMENAGEMENTS DE SECURITE
LOT N°11 - Secteur de Rouen
MARCHE N°207102



Sommaire

1. CONTEXTE ET ANALYSE DU BESOIN POUR LES CARREFOURS INTERURBAINS	5
1.1. UN FORT ENJEU	5
1.2. UN FORT RISQUE	5
1.3. LA DEMANDE DES GESTIONNAIRES	6
1.3.1. <i>Comprendre</i>	6
1.3.2. <i>Évaluer</i>	6
1.4. OBJECTIFS	6
2. PRESENTATION DU SYSTEME DEVELOPPE	7
2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	7
2.2. LES TECHNOLOGIES UTILISEES	8
2.2.1. <i>Détection des véhicules sur les voies secondaires</i>	8
2.2.2. <i>Détection des véhicules sur les voies prioritaires</i>	8
2.2.3. <i>Transmission des données</i>	8
2.2.4. <i>L'unité centrale</i>	9
2.2.5. <i>Le système vidéo</i>	9
2.3. LE SYSTEME GLOBAL	10
3. DEFINITION D'UN INDICE DE RISQUE EN CARREFOUR	12
4. ÉVALUATION DU CARREFOUR RD490/VC8	13
4.1. PRESENTATION DU CARREFOUR	13
4.2. IMPLANTATION DU SYSTEME SUR LE CARREFOUR	14
4.3. RISQUE DU CARREFOUR	15
4.3.1. <i>Bilan des alertes</i>	15
4.3.2. <i>Analyse des alertes</i>	16
4.3.3. <i>Indice de risque</i>	16
5. ÉVALUATION DU CARREFOUR RD131/RD104	18
5.1. PRESENTATION DU CARREFOUR	18
5.2. IMPLANTATION DU SYSTEME SUR LE CARREFOUR	19
5.3. RISQUE DU CARREFOUR	19
5.3.1. <i>Bilan des alertes</i>	19
5.3.2. <i>Analyse des alertes</i>	20
5.3.3. <i>Indice de risque</i>	20
6. ÉVALUATION DU CARREFOUR RD131/VC2	22
6.1. PRESENTATION DU CARREFOUR	22
6.2. IMPLANTATION DU SYSTEME SUR LE CARREFOUR	23
6.3. RISQUE DU CARREFOUR	24
6.3.1. <i>Bilan des alertes</i>	24
6.3.2. <i>Analyse des alertes</i>	24
6.3.3. <i>Indice de risque</i>	25
7. RECAPITULATIF DES EVALUATIONS	26
8. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	26
9. REFERENCES	27
10. ANNEXES	28
10.1. ANNEXE 1 : BILAN DES ALERTES SUR LE CARREFOUR RD490/VC8	28
10.2. ANNEXE 2 : BILAN DES ALERTES SUR LE CARREFOUR RD131/RD104	29
10.3. ANNEXE 3 : BILAN DES ALERTES SUR LE CARREFOUR RD131/VC2	30

Introduction

Sur l'itinéraire entre Yvetot et la Mailleraye-sur-Seine, on dénombre 38 accidents corporels entre 2001 et 2011. Le bilan général est de 13 tués, 25 blessés hospitalisés et 31 blessés non hospitalisés.

55 % des accidents se produisent en carrefour, ce qui représente un taux élevé par rapport à la référence nationale (10%). Cet itinéraire est jalonné par un grand nombre de carrefours, ce qui multiplie les zones de conflit potentiel.

Les vitesses élevées sur l'itinéraire expliquent le nombre et la gravité élevés des accidents en carrefour. On retrouve ici les résultats de deux études [1,2] qui montrent que le nombre d'accidents en carrefour de rase campagne est très fortement corrélé aux vitesses pratiquées.

Lors d'un précédent rapport traitant de la vitesse pratiquée sur l'axe Yvetot - La Mailleraye [3], l'itinéraire avait été qualifié comme « particulièrement rapide et dangereux ». En effet, l'absence de virages, la présence de grandes lignes droites, quelques profils en forme de « cuvette » et l'absence de traversée d'agglomération ne faisaient qu'accentuer ce constat.

Dans ce rapport, nous proposons d'analyser la dangerosité de trois carrefours de l'itinéraire : RD490/VC8, RD131/D104 et RD131/VC2. Pour ce faire, nous avons implanté le système de détection de situations de conflits en carrefour, développé au CETE Normandie Centre dans le cadre du projet de recherche SARI/RADARR. Il faut noter que ce système est à l'état de prototype opérationnel [4,5,6,7].

Dans la première partie de ce rapport, nous donnons le contexte et l'analyse du besoin pour les carrefours interurbains en précisant les enjeux, le risque ainsi que la demande des gestionnaires routiers. Dans une deuxième partie, nous présentons le prototype de détection d'incidents développé au CETE Normandie Centre. La troisième partie propose la définition d'un indicateur de risque en carrefour. Cet indicateur a été défini et testé sur les carrefours RD490/VC8, RD131/D104 et RD131/VC2 de la liaison Yvetot-La Mailleraye. Les résultats sont présentés dans les deux dernières parties de ce rapport.

1. Contexte et analyse du besoin pour les carrefours interurbains

1.1. *Un fort enjeu*

Sur route interurbaine, 1 accident corporel sur 10 se produit en carrefour. Après une forte diminution en 2004, le nombre d'accidents en carrefour sur route interurbaine reste constant, alors que l'ensemble des accidents diminue. Les conducteurs âgés étant sur-représentés dans ces accidents, les accidents en carrefour pourraient augmenter, suite au vieillissement de la population [8,9].

1.2. *Un fort risque*

Les carrefours représentent moins de 1% du linéaire parcouru par les usagers, mais plus de 10% des accidents. Le risque d'accident pour un usager circulant sur une route interurbaine est multiplié par 10 dans un carrefour.

1.3. La demande des gestionnaires

1.3.1. Comprendre

Le danger que représente les carrefours se traduit par une pression sociale forte pour sécuriser ces sites. L'aménagement passe par un diagnostic de sécurité dont le but est de comprendre le déroulement des accidents. Cependant, les accidents corporels sur un carrefour donné sont peu nombreux, et souvent le procès verbal d'accident est peu renseigné car l'audition de l'usager de la route secondaire n'y figure pas en raison de la gravité de ses blessures. Le gestionnaire routier manque donc de données pour comprendre la problématique du site.

1.3.2. Évaluer

Les gestionnaires souhaitent mesurer rapidement l'efficacité d'une modification de l'infrastructure, de l'amélioration des équipements ou de la modification de l'environnement. Sur ce type de site, le recensement des accidents nécessite un recul de 3 à 5 années environ pour déterminer l'efficacité d'une modification. Ce délai ne correspond ni aux attentes des gestionnaires, ni à celles des élus et des usagers.

Afin d'offrir un très bon niveau de sécurité, les gestionnaires mettent en place des aménagements innovants : carrefour chicane, effet de paroi, signalisation dynamique d'alerte, giratoire à terre-plein central franchissable, carrefour « cacahuète » etc. Les gestionnaires souhaitent ainsi évaluer rapidement ces innovations.

1.4. Objectifs

Le système développé a pour but de comprendre les dysfonctionnements dans un carrefour et d'évaluer l'efficacité sur la sécurité des contre-mesures implantées [10]. Il détecte et enregistre les conflits liés aux usagers venant de la route non prioritaire et coupant la route de l'usager prioritaire en mouvement direct. Ce type de conflit engendre le principal type d'accidents : les *accidents de cisaillement*.

Le système détecte des situations qui se rapprochent du concept de conflit de trafic défini par Amundson en 1977. Un conflit de trafic (parfois nommé quasi accident) est « *une situation observable, au cours de laquelle au moins deux usagers de la route approchent l'un de l'autre dans le temps et dans l'espace, jusqu'à un point tel qu'il y a risque d'accident si leurs mouvements demeurent inchangés* » [11].

Ainsi, le système détecte des situations où deux véhicules approchent l'un de l'autre sans changer leur trajectoire. Le système a été développé pour fonctionner en milieu interurbain où la technique classique d'analyse des conflits de trafic n'est pas appliquée en raison du temps d'observation nécessaire (faible trafic).

2. Présentation du système développé

2.1. Principe de fonctionnement

La figure 1 présente le principe de détection d'un conflit de type cisaillement.

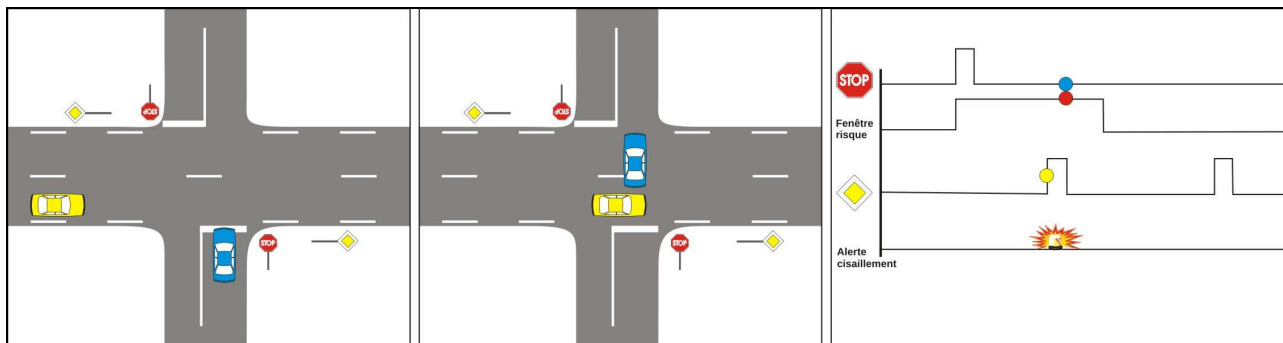


Figure 1: principe de détection d'une situation de cisaillement

Dès qu'un véhicule non prioritaire (véhicule bleu) démarre et s'engage dans le carrefour, on définit deux intervalles temporels de conflits (intervalle de conflit premier axe et intervalle de conflit deuxième axe). Si un véhicule prioritaire est détecté durant ces intervalles on est en présence d'un *cisaillement*. Le temps à la collision entre un véhicule prioritaire et un véhicule non prioritaire est défini comme étant la différence de temps entre l'instant où le redémarrage d'un véhicule non prioritaire est détecté et l'instant où un véhicule prioritaire est détecté dans un de ces intervalles.

Par exemple sur la figure 1, on peut voir que le véhicule non prioritaire bleu aborde le carrefour et que le véhicule prioritaire (véhicule jaune) a été détecté.

La figure 2 illustre le principe de fonctionnement du système. (C1, T1), (C2, T2), (C3, T3) et (C4, T4) constituent des couples capteurs et émetteurs.

μT représente l'unité de traitement des données issues des différents couples capteurs et émetteurs.

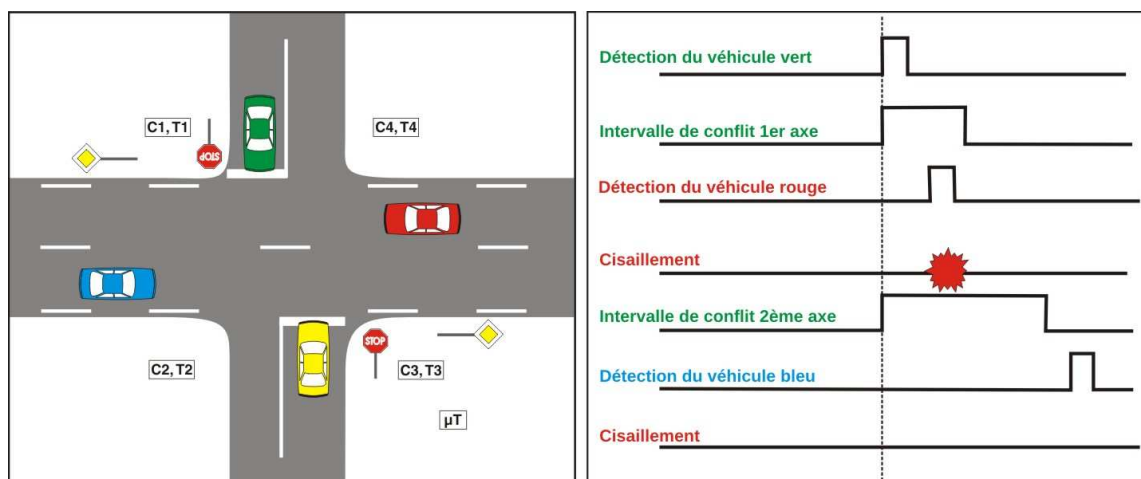


Figure 2 : principe de fonctionnement du système

Les capteurs C1 et C3 détectent la présence des véhicules circulant sur les voies non prioritaires redémarrant après le stop tandis que les capteurs C2 et C4 doivent détecter les véhicules circulant sur les voies prioritaires.

T1, T2, T3, T4 transmettent ces informations à l'unité de traitement au moyen d'une liaison sans fil. La transmission de ces informations se base sur la technologie sans fil car il n'est pas souhaitable d'effectuer des travaux sur la chaussée pour y introduire des liaisons filaires.

2.2. Les technologies utilisées

La figure 3 présente le schéma de principe de fonctionnement du système. Nous décrivons dans les paragraphes suivants les technologies utilisées.

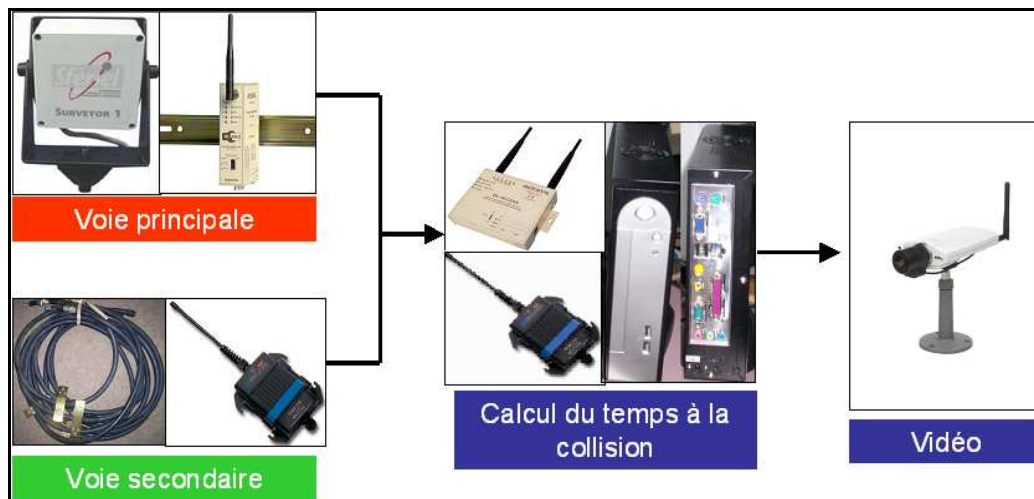


Figure 3 : schéma de principe de fonctionnement du système

2.2.1. Détection des véhicules sur les voies secondaires

Dans un premier temps on souhaite détecter la présence des véhicules franchissant le stop à un instant t . Parmi les capteurs utilisés en analyse du trafic, nous avons retenu les tubes pneumatiques. Ils sont simples d'installation, linéaires et sont sensibles à la pression à laquelle ils sont soumis. C'est une solution éprouvée et économique.

2.2.2. Détection des véhicules sur les voies prioritaires

Dans un deuxième temps on veut détecter la présence des véhicules circulant sur les voies prioritaires tout en discriminant les véhicules effectuant un Tourne-à-gauche (TAG) ou Tourne-à-droite (TAD) des véhicules allant tout droit. La discrimination peut être effectuée par une mesure de vitesse; une seule technologie respecte cette consigne, c'est le **radar**. En effet en fixant un seuil de détection dans le radar ; par exemple 30km/h on va discriminer les véhicules effectuant un TAG ou un TAD des véhicules allant tout droit. Si le radar détecte un véhicule cela signifiera que le véhicule ira tout droit sinon aucune détection ne sera faite pour les véhicules effectuant un TAG ou un TAD car ils ralentissent pour effectuer la manœuvre.

2.2.3. Transmission des données

Sur la figure 2, T1, T2, T3, T4 représentent les différents émetteurs utilisés pour transmettre l'information relative à chaque capteur.

La mesure de vitesse effectuée par les radars (C2, C4) se présente sous forme d'une trame. Le radar doit pouvoir envoyer ses données sans que le flux ne soit interrompu par une source parasite extérieure au système (effet de masquage causé par le passage d'un véhicule au moment où un capteur veut émettre). La solution qui correspond le mieux au besoin est la technologie Wi-Fi.

Les tubes pneumatiques fournissent un contact sec. Le fonctionnement est très similaire à celui d'un interrupteur. Si aucun véhicule n'est détecté, aucune donnée n'est transmise (l'interrupteur est ouvert) et dès qu'on a une détection on a un contact sec (l'interrupteur est fermé).

La technologie pour assurer la transmission de cette information est la **Radio HF**. Des couples émetteurs/récepteurs radio existent justement pour ce type d'application à savoir, le report d'état logique.

En résumé :

- ✓ Sur les voies prioritaires on utilise des radars (C2, C4) et des passerelles Wi-Fi (T2, T4) ;
- ✓ Sur les voies secondaires on utilise des tubes pneumatiques (C1, C3) et la Radio (T1, T3).

2.2.4. L'unité centrale

L'unité centrale est constituée des composants suivants :

- un récepteur Wi-Fi pour la réception des données de vitesse,
- un récepteur radio pour la réception des données de présence d'un véhicule redémarrant au stop sur les voies secondaires,
- un ordinateur industriel qui intègre les protocoles de réception sans fil, qui définit l'intervalle de conflit et qui calcule le temps à la collision afin de détecter les situations de cisaillement.

L'intervalle de conflit défini pour détecter les situations de cisaillement est défini ci-après.

Définition de l'intervalle de conflit

Si l'on considère le cas défavorable suivant :

- le véhicule circulant sur la voie principale est détecté grâce aux capteurs C_2 ou C_4 situés 50 mètres environ avant le carrefour,
- le véhicule roulant sur la voie principale a une vitesse de 100 km/h,
- le véhicule roulant sur la voie principale ne freine pas,
- le véhicule roulant sur la voie principale et le véhicule démarrant de la voie secondaire ne changent pas leur trajectoire.

Dans cette situation, il faudra alors 3.5 secondes au véhicule de la voie principale pour arriver jusqu'au point de conflit (c'est-à-dire l'endroit où le cisaillement entre deux véhicules est possible). Nous jugeons alors que si l'intervalle de conflit est inférieur à 4 secondes, nous serons en situation d'accident, si l'intervalle est inférieur à 5 secondes nous sommes en situation de quasi-accident. Au-delà de 6 secondes, l'usager de la voie secondaire aura le temps de franchir le carrefour sans danger.

Afin de conforter ce raisonnement, nous pouvons nous appuyer sur les instructions données dans le guide SETRA « Aménagement des Carrefours Interurbains (ACI) » (1998). Ce guide précise que dans le cas d'un carrefour à stop situé sur une route bidirectionnelle à deux voies, il faut un intervalle libre d'une durée minimum absolue de 6 secondes pour franchir le carrefour. L'intervalle conseillé pour franchir le carrefour est de 8 secondes.

Cet intervalle de conflit est ajusté sur le terrain, en fonction de la nature du carrefour et de l'emplacement du capteur C_2 .

2.2.5. Le système vidéo

Le système développé est également doté d'un dispositif d'enregistrement vidéo d'événements qui enregistre les conflits de trafic 30 secondes avant et 15 secondes après l'événement. On dispose ainsi pour chaque événement détecté d'une séquence vidéo qui est utilisée pour valider la pertinence de l'événement détecté d'une part et qui permet une analyse qualitative de l'événement d'autre part.

2.3. Le système global

Le système global est illustré sur les figures 4, 5 et 6. Il est entièrement intégré dans des armoires pouvant être implantées en bord de voie. Il s'installe en une demi-journée.

La figure 4 présente l'armoire dédiée à la détection des véhicules sur les voies principales et à la transmission de la mesure de vitesse. Elle est composée d'un radar doppler et d'une borne Wi-Fi.

La figure 5 présente le boîtier dédié à la détection du redémarrage des véhicules sur les voies secondaires. Il est rattaché à un tube pneumatique situé sur la ligne de stop et contient un émetteur radio pour transmettre le contact sec.

La figure 6 présente l'armoire centrale. Elle est composée d'un ordinateur industriel, d'un point d'accès Wi-Fi, d'un récepteur radio et d'une caméra.

L'ordinateur situé dans l'armoire centrale démarre dès la mise sous tension et lance le programme d'exécution principal. Le système peut s'administrer à distance à l'aide d'un ordinateur portable équipé d'une carte Wi-Fi afin de vérifier que tout fonctionne correctement ou pour le réinitialiser en cas de problème.

L'unité centrale enregistre et horodate les vitesses de tous les véhicules circulant sur la voie principale dans un fichier de type texte.

De même, les redémarrages des véhicules sur les voies secondaires sont horodatés et enregistrés dans un fichier texte.

Lorsque le système a détecté une situation de conflit, il horodate et enregistre cet événement dans un fichier texte et enregistre le fichier vidéo associé.

Les données sont récupérées à distance à l'aide d'un ordinateur portable équipé d'une carte Wi-Fi.

En l'état actuel, le système fonctionne grâce à des batteries 12V ce qui permet une observation d'environ une semaine. Il peut également être raccordé sur le réseau EDF si celui-ci est disponible à proximité du carrefour.

A terme, il est prévu d'équiper le système d'une éolienne afin de s'affranchir des problèmes d'alimentation.



Figure 4 : armoire de détection des véhicules sur la voie principale



Figure 5 : boîtier de détection des véhicules sur la voie secondaire

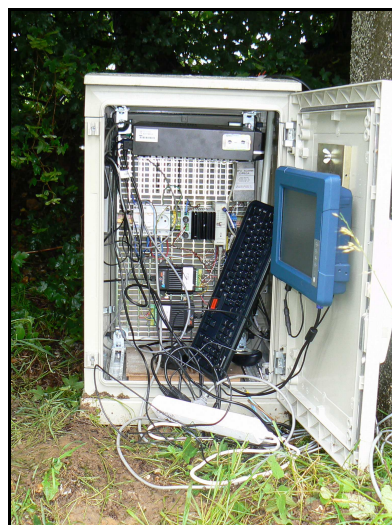


Figure 6 : unité centrale et système d'acquisition vidéo

3. Définition d'un indice de risque en carrefour

Nous proposons dans cette partie, la définition d'un indice de risque en carrefour.

L'indice est égal au nombre de conflits pondérés par la gravité du conflit enregistré sur une période donnée et ramenée à une journée (24 heures).

$$I_r = \sum_i G_i(C_i)$$

La pondération des conflits se définit comme suit : la gravité d'un conflit dépend de la vitesse du véhicule et du temps théorique à la collision.

$$G = KV^2 \frac{1}{T}$$

K = coefficient de proportionnalité. La constante K est calculée telle que si l'accident est inévitable alors G soit proche ou supérieur à 1. Avec $K = 3,2 \cdot 10^{-3}$.

V = vitesse de l'usager sur la route prioritaire. G est fonction du carré de la vitesse car la distance de freinage et la gravité d'un choc sont fonction notamment du carré de la vitesse.

T = temps entre les 2 véhicules au point de conflit.

L'indice de gravité **G** ainsi calculé se rapproche de la méthode utilisée en Suède concernant les quasi-accidents.

L'indice de risque calculé peut être borné par des limites haute et basse en appliquant la loi de Poisson au nombre de conflits.

Cet indice de risque permet :

- de mesurer l'effet d'une intervention sur l'infrastructure par comparaison avant et après aménagement. Par exemple un carrefour qui aurait un indice divisé par 2 après intervention sur l'infrastructure verrait son niveau de risque amélioré de 50% ;
- de comparer entre eux plusieurs carrefours ou plusieurs types de carrefours. Par exemple, sur un itinéraire, les carrefours les plus dangereux seront ceux qui ont les plus forts indices de risque ;
- d'estimer le nombre d'accidents prévisible sur un carrefour. Cette estimation pourra être réalisée après avoir établi la corrélation nombre d'accidents en fonction de l'indice de risque suite au déploiement du système sur plusieurs sites.

4. Évaluation du carrefour RD490/VC8

4.1. Présentation du carrefour

Le système de détection de conflits a été installé sur le carrefour RD490/VC8 du lundi 14 juin 2010 au vendredi 18 juin 2010. Cette intersection est un carrefour en croix dont les voies secondaires sont équipées de « stop ». L'intersection est bordurée ainsi que les îlots des sécantes et la RD490 est équipée d'un îlot peint en axe.

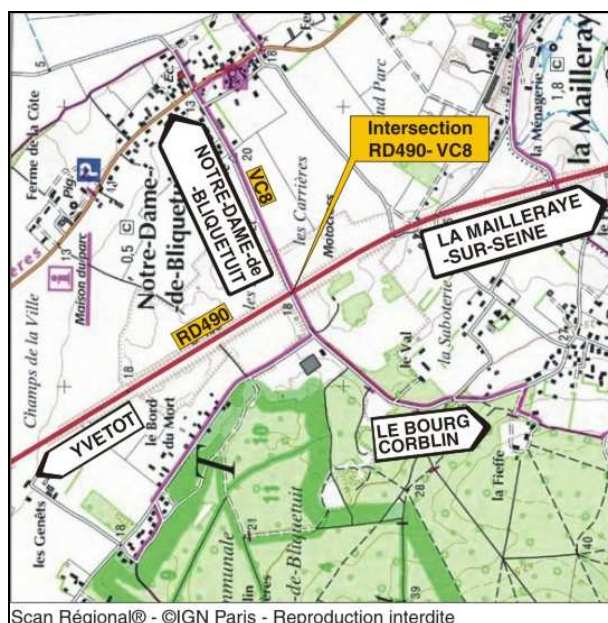


Figure 7 : plan de situation du carrefour RD490/VC8



Figure 8 : photographies du carrefour

4.2. Implantation du système sur le carrefour

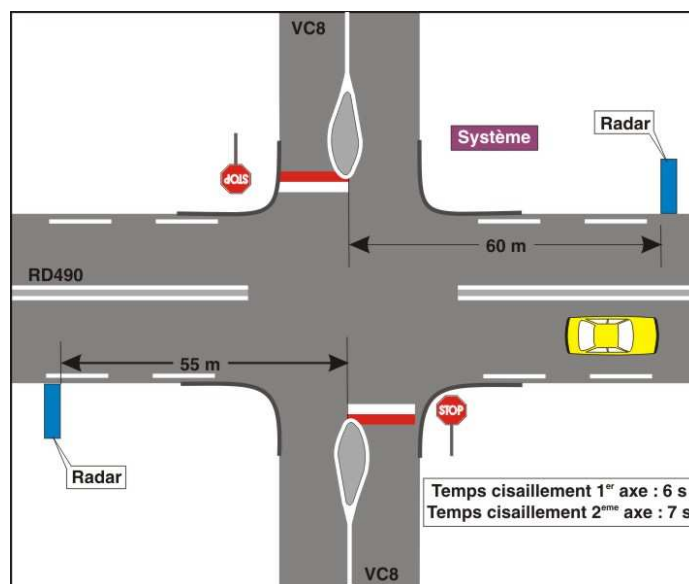


Figure 9 : schéma de mise en place du système



Figure 10 : boîtiers de détection sur les voies principales



Figure 11 : boîtiers de détection sur les voies secondaires

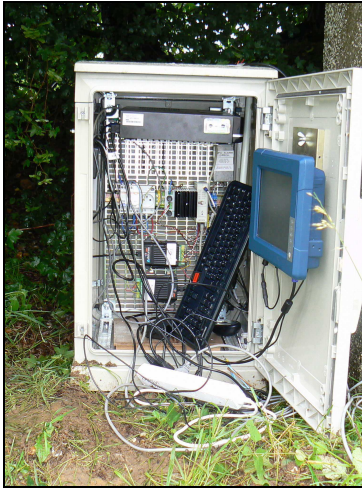


Figure 12 : boîtier central et caméra

4.3. Risque du carrefour

4.3.1. Bilan des alertes

Sur le carrefour RD490/VC8, on recense 44 alertes se répartissant comme suit :

- ❑ 9 alertes liées à une situation conflictuelle
- ❑ 35 fausses alertes

Les 35 fausses alertes se répartissent en :

- ❑ 19 alertes suite au tourne-à-droite du véhicule circulant sur la route secondaire et un véhicule de la route principale circulant dans le sens opposé. 5 arrêts sur les tuyaux implantés sur la route secondaire. A noter que la géométrie de ce carrefour est inhabituelle. La ligne stop est en retrait par rapport à la ligne de rive
- ❑ 3 véhicules de la route prioritaire tournant à droite alors qu'un véhicule redémarre au stop. Il n'y a pas de conflit des trajectoires. Cette situation est accidentogène si l'usager tournant à droite masque un usager suiveur.
- ❑ 3 alertes inexplicables.
- ❑ 2 activations manuelles sur le tuyau.
- ❑ 1 démarrage prématuré.
- ❑ 1 véhicule route prioritaire roule sur le tuyau, suite à un arrêt dans le carrefour.
- ❑ 1 vidéo non lisible.

4.3.2. Analyse des alertes

RS : Routes Secondaires

RP : Route Principale

Film	Évènement	Vitesse V (km/h)	Temps RS hh:mm:ss:cs	Temps RP hh:mm:ss:cs	Temps collision T (s)	Gravité G
1462101734	Cisaillement 1 ^{er} axe	65	17:35:04:183	17:35:06:513	5,4	0,19
156210171251	Cis 2 ^{ème} axe (TAG)	80	17:12:51:394	17:12:54:625	3,9	0,40
156210194719	Cis 1 ^{er} axe	78	19:47:19:419	19:47:20:410	3,5	0,43
16621013458	Cis 1 ^{er} axe TAG	96	13:04:58:777	13:05:01:599	4,9	0,47
1662010154927	Cis 1 ^{er} axe	90	15:49:27:071	15:49:30:265	5,4	0,37
176201013950	Cis 1 ^{er} axe	94	13:09:50:337	13:09:54:245	6,0	0,36
176201019611	Cis 1 ^{er} axe	90	19:06:11:837	19:06:16:068	6,4	0,31
1762010183549	Cis 1 ^{er} axe	90	18:35:49:054	18:35:52:812	6,0	0,34
1762010193040	Cis 1 ^{er} axe	91	19:30:40:346	19:30:44:136	6,0	0,34

La vitesse V est obtenue par les radars de vitesse, elle est horodatée et enregistrée dans un fichier.

T est calculé à partir de d (m) et V (m/s) et TRP (s) et TRS (s) :

$T = TRP + d/V - (TRS + 2 \text{ (si 2^{ème} axe)})$

avec d : distance du radar (50 ou 60 m)

4.3.3. Indice de risque

On recense 9 alertes pour 859 véhicules se présentant au stop, soit 1 alerte pour 100 véhicules venant de la route secondaire et de l'ordre de 1000 conflits / an par extrapolation.

La gravité moyenne des conflits est : 0,36.

L'Indice de risque Ir du carrefour est : 0,97.

Cet indice donne le risque intrinsèque du carrefour compte tenu des comportements observés. Il permet de comparer des carrefours entre eux, quels que soient les trafics, avant et après aménagement éventuel.

Première estimation du ratio nombre de situations conflictuelles / accidents corporels :

Sur ce carrefour, aucun accident n'a été recensé en 6 ans. A titre indicatif, l'application du modèle INRETS modélisation des accidents en carrefour, donne pour ce carrefour 0,1 accident par an (Trafic RS : 425 et trafic RP : 10000).

Donc on peut estimer que :

- 2,75 conflits par 24 h (soit 1000 conflits annuels) avec un indice de risque de 0,97 par 24 h correspond à 0,1 accident par an,
- soit un rapport de 1 pour 10000 entre accident et conflits, et un coefficient de 1/10 entre l'indice de risque et le nombre estimé d'accidents.

Analyse qualitative :

- Comportement des usagers non prioritaires :

Aucune alerte n'est générée par un usager franchissant le stop à vitesse élevée.

8 usagers sur 9 s'arrêtent au stop. Un usager, suivant un autre véhicule ne marque pas l'arrêt de façon absolue.

Dans 4 cas, l'arrêt est très court (inférieur à la seconde). On recense 3 temps d'attente supérieurs à 10 s, dont 1 supérieur à 30 secondes.

- Types d'usagers :

Tous les véhicules de la route principale et secondaire impliqués dans les alertes sont des véhicules légers.

- Mouvements :

8 alertes correspondent à des cisaillements 1er axe. Sur la RD490, les deux sens sont impliqués avec le même poids (5 véhicules venant de l'A13 et 4 de Yvetot). La branche Bliquetuit est légèrement plus impliquée avec 6 conflits (pour 3 venant du centre de traitement des déchets).

- Période :

Toutes les alertes ont lieu de jour. 7 conflits sur 9 ont lieu en fin de journée entre 17h et 19h30 pendant l'heure de pointe du trafic.

Analyse des vitesses :

La vitesse moyenne des 9 usagers de la route principale en situation de conflit est de 86 km/h.

Les vitesses moyennes hors situation de conflit sont de 79,5 km/h (vitesses mesurées sur 5000 véhicules). Si on utilise les modèles accidents/vitesses, une augmentation de 6,5 km/h correspond à une augmentation de 42 % des accidents.

Les usagers rapides dont la vitesse est supérieure à la V_{85} semblent générer des situations d'accident en carrefour. On retrouve les tendances trouvées dans l'opération de recherche Divas du LCPC [12], ainsi que les conclusions de l'étude du TRL 511 [13].

5. Évaluation du carrefour RD131/RD104

5.1. Présentation du carrefour

Le système de détection de conflits en carrefour a été installé sur le carrefour RD131/RD104 du mardi 5 octobre 2010 au jeudi 7 octobre 2010.

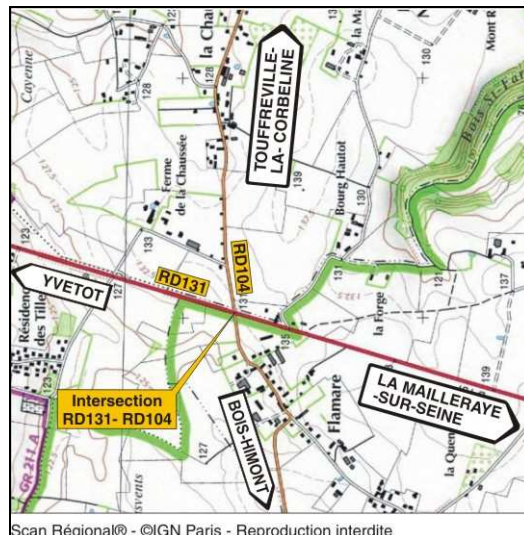


Figure 13 : plan de situation du carrefour RD131/RD104

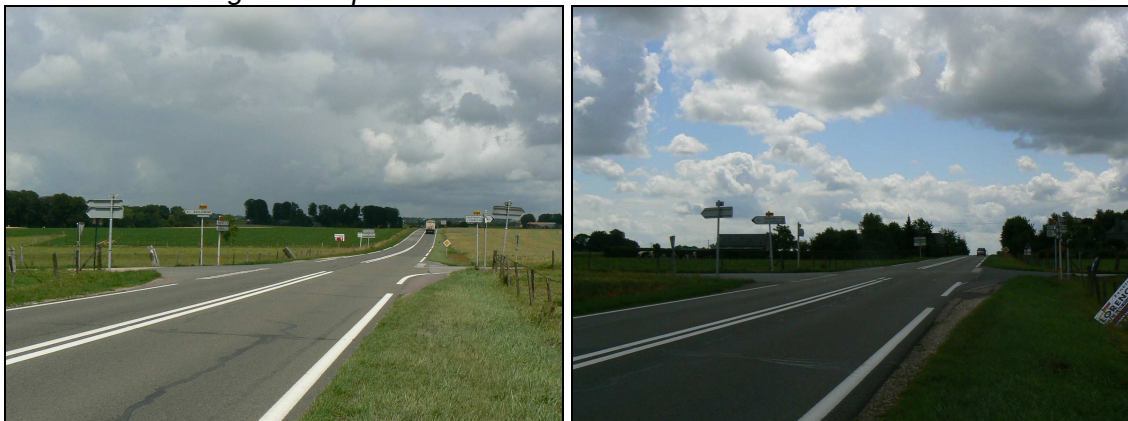


Figure 14 : photographies du carrefour

5.2. Implantation du système sur le carrefour

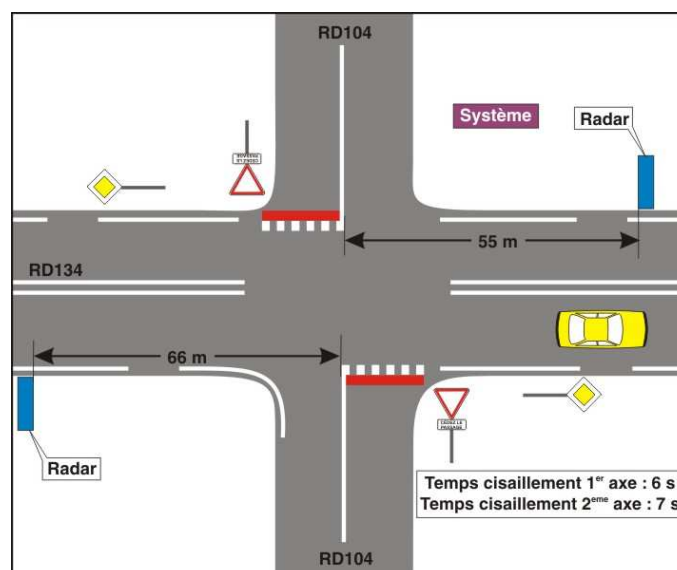


Figure 15 : schéma de mise en place du système

5.3. Risque du carrefour

5.3.1. Bilan des alertes

Sur le carrefour RD131/RD104, on recense 61 alertes se répartissant en :

- ❑ 22 alertes liées à une situation conflictuelle
- ❑ 39 fausses alertes

Les 39 fausses alertes sont principalement dues aux véhicules circulant sur la route principale et tournant à gauche. Ce phénomène est dû à l'absence d'îlot sur la route secondaire.

Quelques fausses alertes sont causées par un véhicule de la route principale tournant à droite et le véhicule de la route secondaire démarre du stop.

On ne constate aucune fausse alerte liée à un arrêt sur les tuyaux implantés sur la route secondaire, contrairement à ce qui avait été observé au VC8.

5.3.2. Analyse des alertes

Film	Évènement	Vitesse V (km/h)	Temps RS Hh :mm :ss :cs	Temps RP Hh :mm :ss :cs	Temps collision T (s)	Gravit é G
5102010115448	Cis 1 ^{er} axe tube 2	61	11:54:48:400	11:54:51:815	6,5	0,16
5102010123134	Cis 1 ^{er} axe tube 2	101	12:31:34:545	12:31:36:944	4,4	0,58
510201013114	Cis 1 ^{er} axe tube 2	73	13:11:04:101	13:11:07:334	5,9	0,22
5102010134032	Cis 1 ^{er} axe tube 2	82	13:40:32:254	13:40:35:787	5,9	0,28
5102010134957	Cis 1 ^{er} axe tube 2	50	13:49:57:820	13:49:58:434	4,6	0,13
5102010152727	Cis 1 ^{er} axe tube 2	73	15:27:27:547	15:27:29:221	4,4	0,30
5102010153618	Cis 2 ^{ème} axe tube 2	31	15:36:18:366	15:36:18:678	4,7	0,05
6102010124827	Cis 1 ^{er} axe tube 2	66	12:48:27:946	12:48:31:391	6,4	0,17
6102010135335	Cis 1 ^{er} axe tube 2	69	13:53:35:420	13:53:37:894	5,3	0,22
6102010135738	Cis 1 ^{er} axe tube 2	72	13:57:38:163	13:57:43:482	8,1	0,16
610201014357	Cis 1 ^{er} axe tube 2	74	14:35:07:794	14:35:10:610	5,5	0,25
6102010144033	Cis 1 ^{er} axe tube 2	76	14:40:33:840	14:40:34:757	3,5	0,40
610201014566	Cis 1 ^{er} axe tube 2	71	14:56:06:706	14:56:10:641	6,4	0,24
6102010151058	Cis 1 ^{er} axe tube 2	81	15:10:58:481	15:11:01:500	5,5	0,30
6102010152420	Cis 1 ^{er} axe tube 1	84	15:24:20:469	15:24:21:729	4,1	0,43
710201013242	Cis 2 ^{ème} axe tube 2	71	13:22:42:378	13:22:46:669	5,1	0,25
7102010133531	Cis 1 ^{er} axe tube 2	79	13:35:31:606	13:35:33:800	4,7	0,33
7102010141534	Cis 1 ^{er} axe tube 2	75	14:15:34:939	14:15:38:669	6,4	0,22
710201012589	Cis 1 ^{er} axe tube 2	80	12:58:09:689	12:58:12:953	5,7	0,28
7102010145249	Cis 1 ^{er} axe tube 2	83	14:52:49:625	14:52:52:484	5,2	0,32
7102010151518	Cis 1 ^{er} axe tube 2	69	15:15:18:591	15:15:22:894	7,2	0,16
7102010131549	Cis 1 ^{er} axe tube 2	89	13:15:49:429	13:15:51:744	4,5	0,43

V est donné par le fichier.

T est calculé à partir de d (m) et V (m/s) et TRP (s) et TRS (s)

$T = TRP + d/V - (TRS + 2 \text{ (si 2^{ème} axe)})$

avec d : distance du radar (55 ou 66 m)

5.3.3. Indice de risque

On recense 22 alertes pour 679 véhicules se présentant au stop, soit 3 alertes pour 100 véhicules venant de la route secondaire et de l'ordre de 7000 conflits / an par extrapolation.

La gravité moyenne des conflits est : 0,27.

L'Indice de risque I_r du carrefour est : 4,9.

La gravité moyenne est inférieure à celle rencontrée sur le VC8 car les vitesses sont plus faibles. En revanche, le nombre plus important de conflits explique un indice de risque plus élevé.

Première estimation du ratio nombre de situations conflictuelles / accidents corporels :

Sur ce carrefour, 2 accidents corporels ont été recensés en 6 ans. A titre indicatif, l'application du modèle INRETS modélisation des accidents en carrefour donne pour ce carrefour 0,14 accident par an (Trafic RS : 1000 et trafic RP : 9600).

Donc on peut estimer que :

- 20 conflits par 24 h (soit 7000 conflits annuels) avec un indice de risque de 4,9 par 24 h correspond à 0,33 accident par an,
- soit un rapport de 1 pour 21000 entre accident et conflits, et un coefficient de 1/15 entre l'indice de risque et le nombre d'accidents constaté.

Analyse qualitative :

21 conflits sur 22 impliquent un usager provenant de la branche RD104 (Bois-Himont).

19 conflits sur 22 ont lieu entre un usager venant de la branche RD104 (Bois-Himont) avec un usager venant de Yvetot. Le point haut situé sur la branche Yvetot explique ce sur-risque. Cette problématique avait été identifiée lors de l'examen sécurité de l'itinéraire.

Les usagers de la route secondaire s'insèrent en grande majorité sur la route principale en se dirigeant vers Yvetot.

Le faible pourcentage de mouvements traversiers explique le très faible nombre de conflits de cisaillement deuxième axe.

Plus de 30% des usagers ne marquent pas l'arrêt au cédez-le-passage. Or, la visibilité en retrait est mauvaise.

Analyse des vitesses :

La vitesse moyenne des véhicules impliqués dans les 19 conflits impliquant un usager venant de Yvetot est de 71 km/h. La vitesse moyenne des 4827 usagers provenant de Yvetot lors de la pose du système est plus faible : 67,5 km/h. Les usagers rapides ont donc plus tendance à être impliqué dans un conflit.

6. Évaluation du carrefour RD131/VC2

6.1. Présentation du carrefour

Le système de détection de conflits a été déployé sur le carrefour RD131/VC2 pour une période d'observation du lundi 28 mars 2011 au jeudi 31 avril 2011. Le carrefour est équipé de signaux « cédez-le-passage ».

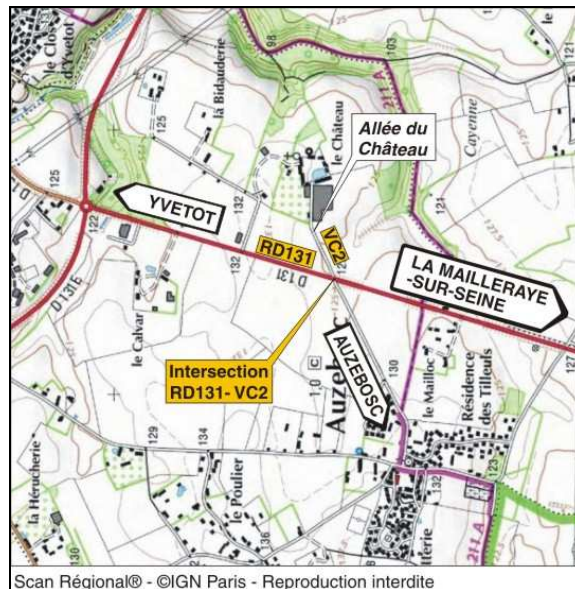


Figure 18 : plan de situation du carrefour RD131/VC2



Figure 16 : photographies du carrefour RD131/VC2

6.2. Implantation du système sur le carrefour

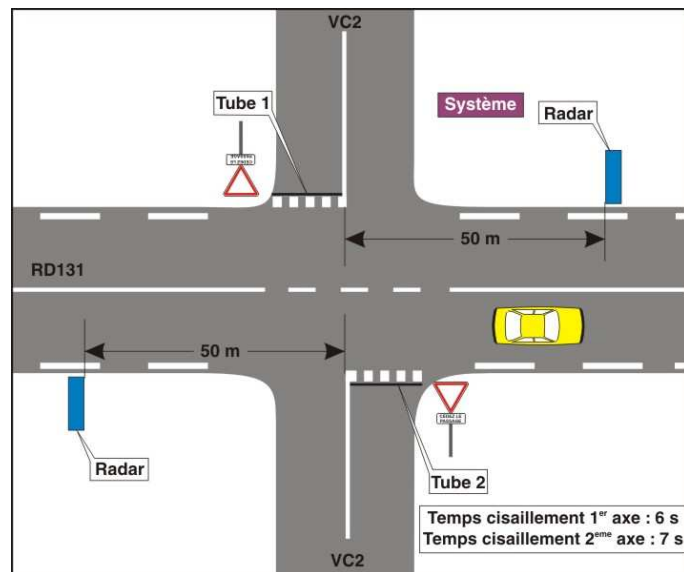


Figure 19 : schéma de mise en place du système



Figures 20 : détection sur les voies principales et secondaires

6.3. Risque du carrefour

6.3.1. Bilan des alertes

Sur le carrefour VC2, on recense 64 alertes se répartissant en :

- ❑ 27 alertes liées à une situation conflictuelle
- ❑ 37 fausses alertes

Les 37 fausses alertes sont notamment déclenchées par les véhicules circulant sur la route principale et tournant à gauche. Ce phénomène est dû à l'absence d'îlot sur la route secondaire.

Quelques fausses alertes sont déclenchées par des véhicules circulant sur la route principale et tournant à droite et le véhicule de la route secondaire démarrent du cédez-le-passage.

6.3.2. Analyse des alertes

Film	Évènement	Vitesse V (km/h)	Temps RS Hh :mm :ss :cs	Temps RP Hh :mm :ss :cs	Temps collision T (s)	Gravité G
283201112124	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	87	12:01:24:055	12:01:27:342	5,4	0,35
283201112613	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	82	12:06:13:068	12:06:16:999	6,1	0,27
28322011132358	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	91	13:23:58:206	13:23:59:746	3,5	0,58
283201116232	Conflit 2 ^{ème} axe tube 2	90	16:23:02:857	16:23:09:428	6,6	0,30
283201116286	Conflit 1 ^{er} axe tube 1	89	16:27:14:611	16:27:17:785	5,2	0,38
2832011165729	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	81	16:57:29:782	16:57:32:989	5,4	0,30
2832011165911	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	90	16:59:11:186	16:59:15:335	6,1	0,33
283201117146	Conflit 2 ^{ème} axe tube 2	73	17:14:06:42	17:14:08:238	2,7	0,49
2932011143846	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	86	14:38:46:748	14:38:53:971	9,3	0,20
2932011155638	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	84	15:56:38:290	15:56:41:741	5,6	0,31
293201116126	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	55	16:01:26:701	16:01:29:858	6,4	0,12
2932011161813	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	95	16:18:13:050	16:18:16:031	4,9	0,46
293201117591	Conflit 1 ^{er} axe tube 1	80	17:59:01:816	17:59:06:834	7,3	0,22
3032011115635	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	84	11:56:35:187	11:56:38:841	5,8	0,30
303201112243	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	67	12:02:43:123	12:02:45:764	5,3	0,21
3032011131546	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	76	13:15:46:530	13:15:50:125	6,0	0,24
3032011133056	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	82	13:30:56:290	13:30:56:320	2,2	0,75
3132011114041	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	73	11:40:41:607	11:40:45:586	6,4	0,20
3132011114445	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	78	11:44:45:432	11:44:48:519	5,4	0,28
313201112011	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	93	12:00:11:391	12:00:14:378	4,9	0,43
3132011125142	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	117	12:51:42:847	12:51:46:309	5,0	0,68
3132011131854	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	95	13:18:54:715	13:18:57:711	4,9	0,46
31320111422	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	83	14:02:02:475	14:02:05:119	4,8	0,35
3132011141354	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	65	14:13:54:931	14:13:58:565	6,4	0,16
31320111686	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	88	16:08:06:062	16:08:09:650	5,6	0,34
3132011161135	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	92	16:11:35:407	16:11:38:936	5,5	0,38
3132011161643	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	78	16:16:43:842	16:16:46:223	4,7	0,32

V est donné par le fichier.

T est calculé à partir de d (m) et V (m/s) et TRP (s) et TRS (s)

$T = TRP + d/V - (TRS + 2 \text{ (si 2^{ème} axe)})$

avec d : distance du radar (50 m)

6.3.3. Indice de risque

On recense 27 alertes pour 500 véhicules se présentant au cédez-le-passage, soit 5 alertes pour 100 véhicules venant de la route secondaire et de l'ordre de 7000 conflits / an par extrapolation.

La gravité moyenne des conflits est : 0,35.

L'Indice de risque I_r du carrefour est : 8,3.

La gravité moyenne des conflits du VC2 est proche de celle du VC8 (les vitesses sont similaires) et le nombre de conflits est supérieur. La gravité moyenne du VC2 est supérieure à celle du RD104 et le nombre de conflits est analogue. L'indice de risque du VC2 est donc plus élevé que ceux du VC8 et du RD104.

Première estimation du ratio nombre de situations conflictuelles / accidents corporels :

Sur ce carrefour, 2 accidents corporels ont été recensés en 6 ans.

Donc on peut estimer que :

- ❑ 20 conflits par 24 h (soit 7000 conflits annuels) avec un indice de risque de 8,3 par 24 h correspondent à 0,33 accident par an,
- ❑ soit un rapport de 1 pour 21000 entre accident et conflits, et un coefficient de 1/25 entre l'indice de risque et le nombre d'accidents constaté.

Analyse qualitative :

- Comportement des usagers non prioritaires :

1 usager sur 4 concerné par un conflit ne marque pas d'arrêt au cédez-le-passage, ou avec une durée inférieure à 1 s.

4 usagers sur 27 ont un temps d'attente estimé supérieur à 30 s. Le temps d'attente moyen est supérieur à 13 s.

- Types d'usagers :

Sur 27 véhicules, on dénombre 25 VL, 1 tracteur, 1 scooter.

3 véhicules de la route prioritaire impliqués dans les conflits sont des PL.

- Mouvements :

25 conflits sur 27 concernent des usagers du VC2 venant d'Auzebosc. Le trafic local important et la vitesse sur la route principale pourraient expliquer ce résultat.

23 conflits se sont produits en premier axe entre des usagers venant d'Auzebosc et des usagers venant d'Yvetot : dont 17 impliquant des usagers de la route secondaire tournant à gauche vers Yvetot, 3 usagers tournant à droite vers La Mailleraye et 2 traversant.

2 conflits se sont produits avec un véhicule de la route principale situé en seconde position derrière un véhicule tournant à droite vers Auzebosc.

Analyse des vitesses :

La vitesse moyenne des 23 usagers en provenance d'Yvetot est de 84 km/h. La vitesse moyenne hors situation de conflit est de 71 km/h (18300 véhicules). Il faut signaler qu'un nombre important d'usagers tournent à droite sur le VC2 en venant d'Yvetot. Les usagers concernés par une situation de conflit sont sensiblement plus rapides que la moyenne.

7. Récapitulatif des évaluations

Le tableau suivant reprend les principaux résultats de l'analyse des conflits aux carrefours RD490/VC8, RD131/D104 et RD131/VC2 :

Carrefour	Nombre conflits (24 h)	Gravité moyenne	Indice de risque	Accidents corporels (6 ans)	Trafic RP (Nb de véhicules)	Trafic RS (Nb de véhicules)	Vitesse moyenne RP (km/h)	Vitesse moyenne des véhicules impliqués circulant sur la RP (km/h)
VC8	2,75	0,36	1,0	0	10000	425	79,5	86
RD104	20,00	0,27	4,9	2	9600	1000	67,5	71
VC2	20,00	0,35	8,3	2	9600	-	71	84

RP : route principale

RS : routes secondaires

8. Conclusions et perspectives

Dans ce rapport, nous avons présenté l'analyse du risque de trois carrefours de la liaison Yvetot La Mailleraye : les carrefours RD490/VC8, RD131/D104 et RD131/VC2. Pour ce faire, le système de détection de conflits du CETE Normandie Centre a été mis en place sur ces carrefours. Un indice de risque a été proposé et calculé. Il en ressort que le risque du RD490/VC8 est de 1,0, celui du RD131/D104 est de 4,9 et celui du RD131/VC2 est de 8,3. Il reste encore à affiner cet indice et le corréler éventuellement au nombre d'accidents survenus ou potentiels.

9. Références

- [1] Conche, F. et al. (2009). Sécurité des carrefours plans sur routes principales. LCPC, Opération de recherche Risques Routiers.
- [2] Picado-Santos, R. (1998). The application of traffic conflict techniques in validation of low cost safety improvement measures. Proceedings of 9th International Conference on Road Safety in Europe, Bergisch Gladbach-Cologne.
- [3] Moisan, O. et al. (2010). Vitesses pratiquées sur la liaison Yvetot – La Mailleraye. CETE Normandie-Centre, Département Infrastructures de Transport Multimodales, groupes ESM et SR, Grand-Quevilly, Seine-Maritime, France.
- [4] Violette, E., & Voisin, M. (2005). Projet RADARR : Analyse des trajectoires en carrefour. CETE Normandie-Centre, Département Infrastructures de Transport Multimodales, groupes ESM et SR, Grand-Quevilly, Seine-Maritime, France.
- [5] Violette, E., et al. (2005). Analyse des trajectoires en carrefours. Livrables 1.4.1 et 1.4.2, RADARR.
- [6] Violette, E., et al. (2006). Analyse des trajectoires en carrefours. Livrables 1.4.3, RADARR
- [7] Violette, E., et al. (2007). Analyse des trajectoires en carrefours. Livrables 1.4.5 et 1.4.6, RADARR.
- [8] ONISR. (2009). La sécurité routière en France : bilan de l'année 2008. La Documentation Française.
- [9] SETRA & CETE Normandie-Centre. (2001). Typologie des accidents en intersection sur routes interurbaines.
- [10] SETRA. (1998). Aménagement des carrefours interurbains. Service d'Études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements, Bagneux, France.
- [11] Muhlrads, N. (1988). Technique des conflits de trafic. Manuel de l'utilisateur. Synthèse INRETS n° 11.
- [12] Lepert, P., & Hautière, N. (2010). Projet DIVAS : Dialogue Infrastructure Véhicules pour Améliorer la Sécurité Routière.
- [13] Taylor, M.C, Baruya, A., & Kennedy, J.V. (2002). The relationship between speed and accidents on rural carriageway roads. TRL report 511.

10. Annexes

10.1. Annexe 1 : bilan des alertes sur le carrefour RD490/VC8

Film	Évènement	Alerte	Temps collision court	Temps à la collision estimé par la video
146210_1734	Cisaillement 1er axe	bonne	oui	2 secondes
146210_19253	?	fausse	Non	
156210_17342	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	Non	
156210_17390	Arrêt sur ligne effet de signal	Arrêt sur ligne stop	?	
156210_17473	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse alerte	non	
156210_155539	????	fausse	Non	
156210_171251	CIS 2ème axe (TAG)	Bonne alerte	oui	3 s
156210_182052	Fausse alerte véh RS TAD	fausse	non	
156210_184854	Arrêt sur ligne stop ?	Arrêt sur ligne stop ?	?	
156210_194719	Cis 1 ^{er} axe	Bonne alerte	oui	1 s
166210_12219	Mob s'arrête sur tuyau	Arrêt sur ligne stop	Non	
166210_13458	Cis 1er axe TAG	Bonne alerte	oui	2 s
166210_14145	Arrêt sur tuyau	Arrêt sur tuyau	Non	
166210_11034	Agent activant le tuyau ou véh en TAD	Vérification système	Non	
166210_113824	Agent activant le tuyau	Vérification système	Non	
1662010_114436	Véhicule RS TAD	Fausse	Non	
1662010_141150	Véh RS TAD	Fausse	Non	
1662010_152959	Cis 2ème axe Démarre alors que véh sur axe principal en approche	Démarrage prématuré	?	
1662010_154927	Cis 1 axe	Bonne alerte	oui	4s
1662010_162249	Scooter arrêt sur tuyau	Arrêt sur ligne stop	non	
1662010_162941	TAD fausse alerte	Fausse	Non	
1662010_164936	TAD fausse alerte	Fausse	Non	
1662010_165940	TAD véh RS fausse alerte	Fausse	Non	
1762010_12055	Camion RP tourne à droite fausse alerte	Fausse	non	
1762010_12282	Camion RP tourne à droite fausse alerte	Fausse	non	
1762010_163742	TAD fausse alerte	Fausse	non	
1762010_13950	Cis 1 ^{er} axe	Bonne alerte	oui	4s
1762010_18816	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_19460	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_19611	CIS 1 ^{er} axe	Bonne alerte	oui	5s
1762010_121250	Fausse alerte véh RP s'arrête inter et roule sur tuyau	Fausse	non	
1762010_122319	?????	Fausse		
1762010_152637	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_161511	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_175141	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_175857	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_182442	véh RP TAD, donc les trajectoires ne se rencontrent pas	Fausse, mais risque si véh dépasse ou si	non	

		erreur clignotant	du	
1762010_182751	Fausse alerte véh RS TAD	Fausse	non	
1762010_183549	Cis 1 ^{er} axe	bonne	oui	5 s
1762010_191117	Fausse alerte véh RS TAD	fausse	non	
1762010_193040	Cis 1 ^{er} axe	bonne	oui	3 s
1862010_8246	Vidéo non lisible			
1862010_71152	Fausse alerte véh RS TAD	fausse	non	
1862010_74612	Fausse alerte véh RS TAD	fausse	non	

10.2. Annexe 2 : bilan des alertes sur le carrefour RD131/RD104

Film	Évènement	Alerte	Temps collision	Temps à la collision estimé par la video
102010_115119	Mordu tube	fausse		
5102010_115252	Mordu tube	fausse		
5102010_115448	Cisaillement axe 1 tube 2	bonne		
5102010_121025	Mordu tube 1	fausse		
5102010_122017	TAD + mordu tube 1	Fausse		
5102010_123134	Cisaillement axe 1 tube 2	bonne		
5102010_125511	TAD tube 1)	Fausse		
5102010_13114	Cisaillement axe 1 tube 2	Bonne		
5102010_131617	Mordu tube 1	fausse		
5102010_132336	Mordu tube 2	fausse		
5102010_134032	Cisaillement axe 1 tube 2	bonne		
5102010_134957	Cisaillement axe 1 tube 2	bonne		
5102010_13541	TAD tube 2	Fausse		
5102010_135552	Mordu tube 1	Fausse		
5102010_152727	Cisaillement axe 1 tube 2	Bonne		
5102010_153618	Cisaillement axe 2 tube 2	Bonne		
		Fausse		
		Fausse		
		Fausse		
6102010_124827	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
		Fausse		
	Mordu tube	Fausse		
	Mordu tube	Fausse		
6102010_135335	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
6102010_135738	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
	Dépassement par la droite	Fausse		
6102010_142258	Mordu tube + axe 1 tube 2	bonne		
6102010_14357	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
6102010_143720	TAD Rs	Fausse		
6102010_144033	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
	Mordu tube	Fausse		
	Mordu tube	Fausse		
	Mordu tube	Fausse		
6102010_14566	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
6102010_151058	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		
	Mordu tube 2	fausse		
	Mordu tube 1	fausse		
6102010_152420	Cisaillent axe 1 tube 1	Bonne		
	Mordu tube 2	Fausse		
	Mordu tube 1	Fausse		
	TAD tube 2	fausse		
	Mordu tube 1	Fausse		

6102010_135738	Cisaillent axe 1 tube 2	Bonne		5 s
135758	Mordu tube 1 + cisaillement axe 2 tube 1	bonne		
	Mordu tube 1	Fausse		
6102010_14566	Cisaillement axe 1 tube 2	bonne		3 s
	Mordu tube 2	fausse		
7102010_13242	Cisaillement axe 2 tube1	bonne		
7102010	RAS	fausse		
7102010_133531	Cisaillement axe1 tube 2	bonne		
7102010_141534	Cisaillement axe1 tube 2	bonne		
7102010	TAG RP	Fausse ?		
7102010	Mordu tube1	fausse		
7102010	TAD RS	fausse		
7102010_12589	Cisaillement 1 axe tube1	bonne		
7102010_14052	Cisaillement 1 tube2	bonne		
7102010	RAS	fausse		
7102010_131549	Cisaillement 1 tube 2	bonne		
7102010	TAD vers RS	fausse		
7102010	TAG Mordu tube2	Fausse		
7102010	RAS	Fausse		
7102010	Evitement TAG	Fausse		
7102010	TAD vers RS f	Fausse		

10.3. Annexe 3 : bilan des alertes sur le carrefour RD131/VC2

Film	Évènement	Alerte	Temps collision
283201112124	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,4
283201112613	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	6,1
28322011132358	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	3,5
283201116232	Conflit 2 ^{eme} axe tube 2	Bonne	6,6
283201116286	Conflit 1 ^{er} axe tube 1	Bonne	5,2
2832011165729	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,4
2832011165911	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	6,1
283201117146	Conflit 2 ^{eme} axe tube 2	Bonne	2,7
2932011143846	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	9,3
2932011155638	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,6
293201116126	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	6,4
2932011161813	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	4,9
293201117591	Conflit 1 ^{er} axe tube 1	Bonne	7,3
3032011115635	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,8
303201112243	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,3
3032011131546	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	6,0
3032011133056	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	2,2
3132011114041	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	6,4
3132011114445	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,4
313201112011	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	4,9
3132011125142	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,0
3132011131854	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	4,9
31320111422	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	4,8
3132011141354	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	6,4
31320111686	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,6
3132011161135	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	5,5
3132011161643	Conflit 1 ^{er} axe tube 2	Bonne	4,7
2832011132927	Non exploitable (radar 1)	Bonne	
2832011151920	Non exploitable (radar 1)	Bonne	

28320111294	Déclenchement manuel	Fausse	
28320111333	Mordu TAG	Fausse	
283201117404	TAD	Fausse	
283201117818	TAD	Fausse	
2832011115118	Déclenchement manuel	Fausse	
2832011123310	Mordu TAG	Fausse	
2832011134840	Mordu TAG	Fausse	
2832011154831	Déclenchement manuel	Fausse	
2832011161932	Déclenchement manuel	Fausse	
2832011165424	TAG	Fausse	
2832011172115	TAD	Fausse	
2832011154522	Mordu TAG	Fausse	
2832011162952	Pas de conflit	Fausse	
283201116516	Pas de conflit	Fausse	
2832011171753	Mordu TAG	Fausse	
2832011173758	Pas de conflit	Fausse	
2832011172510	Pas de conflit	Fausse	
293201117359	Débord	Fausse	
293201118593	TAD	Fausse	
2932011174657	Débord	Fausse	
2932011181513	?	Fausse	
2932011141635	Mordu TAG	Fausse	
2932011143523	Débord	Fausse	
2932011161557	Pas de conflit	Fausse	
303201113436	TAG	Fausse	
3032011124924	TAG	Fausse	
3032011134510	Mordu TAG	Fausse	
3032011121512	Pas de conflit	Fausse	
3032011143516	Mordu TAG	Fausse	
313201113335	Mordu TAG	Fausse	
313201113407	Mordu TAG	Fausse	
3132011115612	TAD	Fausse	
3132011155550	Mordu TAG	Fausse	
313201112235	Pas de conflit	Fausse	
313201114638	TAD	Fausse	

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

CETE Normandie Centre
10 Chemin de la Poudrière
76121 Le Grand-Quevilly cédex
téléphone : 02 35 68 81 00

courriel : DITM.CETE-NC@developpement-durable.gouv.fr
<http://www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr>

Evaluation de l'aménagement de l'intersection de la RD131 avec la route de la Quenellerie et du Vieux Louvetot Commune de Louvetot



Rapport

Département Infrastructures de Transport Multimodales
Groupe Sécurité Routière / Groupe Exploitation de la route, Simulation
dynamique, Métrologie

Juillet 2014

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	24/06/14	Version initiale
2	08/07/2014	Version relue par Olivier BISSON, Peggy SUBIRATS et Stéphane SANCHEZ

Affaire suivie par

Cécile NORMAND - Département Infrastructures de Transports Multimodales / Groupe Sécurité Routière Olivier MOISAN - Département Infrastructures de Transports Multimodales / Groupe Sécurité Routière Cyrille LE LEZ - Département Infrastructures de Transports Multimodales / Groupe Exploitation de la route, Simulation dynamique, Métrologie
Tél. : 02 35 68 89 47 / Fax : 02 35 68 81 23 Tél. : 02 35 68 88 56 / Fax : 02 35 68 81 23 Tél. : 02 35 68 81 29 / Fax : 02 35 68 81 23
Mél : cecile.normand@cerema.fr Mél : olivier.moisan@cerema.fr Mél : cyrille-le-lez@cerema.fr

Equipe projet

Cécile NORMAND - DITM / GSR

Olivier MOISAN - DITM / GSR

Cyrille LE LEZ - DITM / GESM

SOMMAIRE

1 .Contexte	4
2 .Objectifs de l'étude et méthodologie.....	4
3 .Description de l'aménagement.....	6
3.1 .Configuration avant aménagement.....	6
3.2 .Configuration après aménagement.....	9
4 .Examen de sécurité de l'aménagement.....	11
4.1 .Branche RD131 venant d'Yvetot.....	11
4.2 .Branche RD131 venant du Pont de Brotonne.....	13
4.3 .Branche route de la Quenellerie.....	14
4.4 .Branche route du Vieux Louvetot.....	14
5 .Accidentologie.....	15
6 .Mesures de vitesse.....	16
6.1 .Méthodologie.....	16
6.2 .Résultats.....	17
7 .Propositions d'aménagement.....	20

1 . Contexte

Cette étude est réalisée à la demande du Service Sécurité Routière de la Direction des Routes du département de Seine-Maritime dans le cadre d'un bon de commande référencé N°2014-02, en date du 1er avril 2014 passé sur le marché « Réalisation d'études d'infrastructures routières innovantes et expérimentales ».

Elle concerne l'intersection de la RD131 avec les voies communales route de la Quenellerie et route du Vieux Louvetot. Cette intersection est située sur la commune de Louvetot. La RD131, au Sud d'Yvetot assure une fonction d'irrigation locale à travers le Pays de Caux. A plus grande échelle, elle se raccorde au nord à la RD6015 (Rouen-Le Havre), et au sud au Pont de Brotonne.

La configuration du site et les contraintes foncières du carrefour ont conduit le Département de Seine-Maritime à réaliser un aménagement de type « carrefour-chicane » en décembre 2013. Le Département de Seine-Maritime a souhaité faire une évaluation de cet aménagement, compte-tenu de son caractère innovant.

2 . Objectifs de l'étude et méthodologie

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'influence de cet aménagement sur les comportements et la sécurité des usagers.

La méthode de travail comporte les étapes suivantes :

- ✓ une visite de sécurité du site de jour et de nuit afin de s'assurer du respect de toutes les règles de sécurité de l'aménagement,
- ✓ une évaluation des comportements et des trajectoires à partir d'une inspection visuelle,
- ✓ un suivi de l'accidentologie après mise en service de l'aménagement :
 - recensement et analyse des accidents corporels survenus depuis la mise en service,
 - recensement des accidents matériels par les forces de l'ordre ou l'agence départementale,
- ✓ examen des vitesses pratiquées à différents points (1 par sens) de l'aménagement avant et après la mise en service,
- ✓ mesures cinématiques à l'aide d'une voiture instrumentée¹,
- ✓ Des pistes d'amélioration sont proposées pour répondre aux observations formulées et améliorer le niveau de sécurité de l'aménagement.

¹ Véhicule d'analyse du comportement du conducteur (VACC) – Renault Mégane 3

Compte-tenu de son implantation dans un environnement de rase campagne, l'aménagement a été analysé à partir des recommandations techniques de sécurité figurant notamment dans les documents de référence suivants :

- Aménagement des Carrefours Interurbains sur les routes principales (ACI) - SETRA décembre 1998,
- Sécurité des Routes et des Rues (SRR) - SETRA / CETUR - septembre 1992,
- Arrêté du 24 novembre 1967 modifié relatif à la signalisation des routes et des autoroutes,
- Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière (IISR).

Cet aménagement de type « carrefour-chicane » est un aménagement innovant. En effet, à ce jour ce type d'aménagement ne fait pas l'objet de recommandations techniques. Plusieurs aménagements de ce type ont été réalisés à titre expérimental sur le Département de Seine-Maritime. Cet avis s'appuie également sur différentes études récentes réalisées sur ce type d'aménagement :

- fiche « le carrefour-chicane ... un nouveau type de carrefour » (intersection RD925 / RD17 en Seine-Maritime) réalisée par le CETE Normandie-Centre en mai 2005 pour le compte du département,
- fiche d'expérience à paraître réalisée pour le compte du Cerema : DtecITM (ex-SETRA) intitulée « le carrefour-chicane RD438 / voie communale / chemin forestier » réalisée par la Dter Normandie-Centre du CEREMA.

L'évaluation de cet aménagement a permis de tester son efficacité et notamment de :

- vérifier l'impact de l'aménagement sur les vitesses pratiquées,
- vérifier le fonctionnement général du carrefour,
- définir une géométrie optimale de l'aménagement, qui tient compte des contraintes du site (foncier agricole) en optimisant les coûts.

A l'issue de l'évaluation de cet aménagement et des différentes visites de sécurité, un rapport est adressé au chef de service Exploitation et Sécurité Routière en qualité de maître d'œuvre. Ce rapport fera l'objet d'une présentation orale.

3 . Description de l'aménagement

3.1 . Configuration avant aménagement

Intersection avant aménagement
RD131 sens pont de Brotonne vers Yvetot



Illustration 1



Illustration 2



Illustration 3

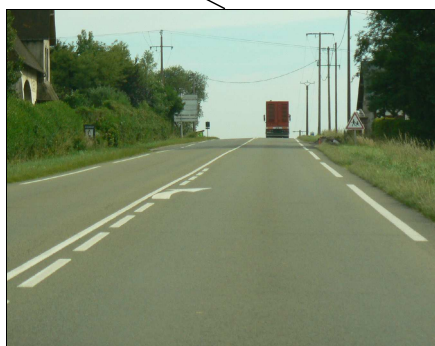


Illustration 4

Intersection avant aménagement
RD131 Sens Yvetot vers pont de Brotonne



Illustration 5

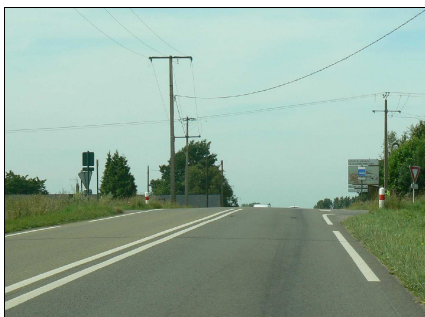


Illustration 6



Illustration 7



Illustration 8



Illustration 9

Cette intersection est un carrefour en croix avec un régime de priorité « cédez-le-passage » sur les voies secondaires. Le marquage axial de la RD131 est une double ligne continue.

Cette intersection n'est pas accidentée. Toutefois, l'examen du site révèle une configuration accidentogène :

- Le régime de priorité est incompatible avec les conditions de visibilité en retrait.
- Les branches secondaires ne sont pas perpendiculaires à la voie principale ce qui dégrade la prise d'informations depuis les sécantes.
- La présence d'un arrêt de car en encoche près de l'intersection dans le sens Yvetot vers le pont de Brotonne pose également quelques problèmes de sécurité : un car à l'arrêt masque les véhicules circulant sur la voie principale.
- Ce carrefour se situe dans un grand alignement droit de plus de 4 km et juste après un point haut dans le sens pont de Brotonne vers Yvetot constitué d'un rayon en angle saillant d'environ 2000m inférieur au rayon minimum (3 000m). La visibilité sur l'intersection depuis la RD131 en venant du pont de Brotonne n'est donc pas assurée.
- La visibilité vers pont de Brotonne pour les usagers des voies secondaires est insuffisante, de l'ordre de 140m, ce qui correspond à un temps de 6s à 84 km/h et 8s à 63 km/h. Les distances de visibilité nécessaires en carrefour sont calculées en fonction du temps de franchissement en carrefour et de la V_{85}^2 sur la voie principale. Pour mémoire, ACI préconise des temps de franchissement de 8s (temps conseillé) et 6s (minimum absolu) pour un régime de priorité STOP. Compte-tenu des V_{85} comprises entre 93 et 95 km/h suivant le sens de circulation (cf Chapitre 6 - Mesures de vitesse), les conditions de visibilité vers pont de Brotonne sont insuffisantes (140m soit 5,4s à 93 km/h et 5,3s à 95 km/h). Cette configuration présente également un fort risque de collision arrière liée aux mouvements de tourne-à-gauche dans l'intersection dans le sens pont de Brotonne vers Yvetot.
- De plus, on note la présence de deux accès riverains de part et d'autre de la chaussée derrière ce point haut (cf. illustrations 8 et 9), où l'on retrouve ces problèmes de visibilité.
- Au droit de l'intersection, la présence de poteaux électriques constitue des obstacles en cas de sorties accidentelles de chaussée.

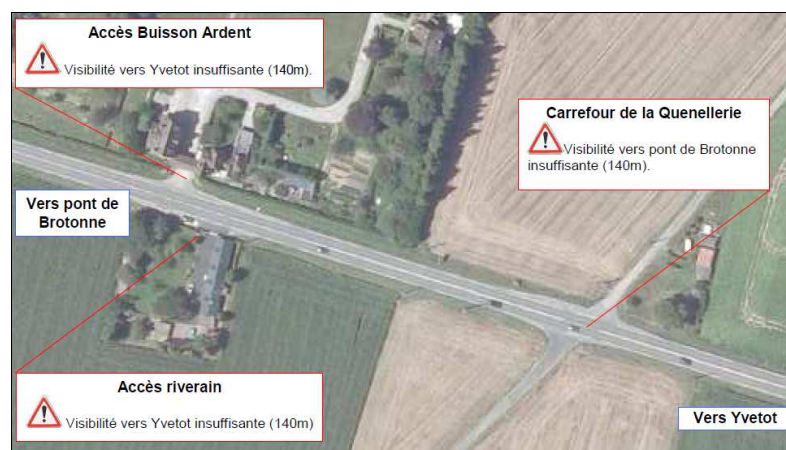


Illustration 10: Problèmes de visibilité - (source Département de Seine-Maritime).

² V_{85} : vitesse au-dessus de laquelle circulent 15 % des véhicules

3.2 . Configuration après aménagement

Une réflexion a donc été engagée par le Département de Seine-Maritime, gestionnaire de la RD131, en partenariat avec la DTer Normandie Centre du Cerema (ex CETE Normandie Centre), afin de proposer un aménagement permettant de répondre à la problématique du site (accès agricoles et accès riverains), en y intégrant une évaluation du dispositif mis en place. Cette réflexion s'est déroulée selon une démarche consistant à évaluer le dispositif mis en place depuis sa conception jusqu'à sa réalisation (évaluation de type « avant/après ») pour permettre d'en optimiser les effets.

On notera également que cet aménagement s'intègre au projet de « modernisation et sécurisation de l'axe Yvetot – La Mailleraye-sur-Seine » et de la démarche innovante mise en œuvre « Route plus sûre, route sans accident ». Le projet initial prévoyait la fermeture du carrefour et la réalisation de contre-allées pour les riverains se raccordant sur les giratoires RD131/RD104 et RD131/RD33. Ce projet présentait cependant des points bloquants : fort impact foncier et rétablissement des accès agricoles très difficile.

Il a été décidé d'aménager cette intersection en « carrefour-chicane » sur l'axe principal (RD131), afin d'apporter des contraintes physiques aux usagers pour réduire les vitesses pratiquées, tout en maintenant le caractère prioritaire de cet axe de transit. Toutefois, afin d'assurer des conditions de visibilité suffisantes d'approche, le carrefour a été positionné en point haut.

Cet aménagement permet de :

- sécuriser les mouvements dans l'intersection en réduisant la vitesse, tout en maintenant le caractère prioritaire de cet axe de transit,
- maintenir les accès agricoles actuels depuis la VC de la Quenellerie et ainsi de s'affranchir des élargissements de VC dans Louvetot,
- sécuriser les accès riverains situés le long de la RD131 sans contre-allée (pour limiter l'impact foncier).

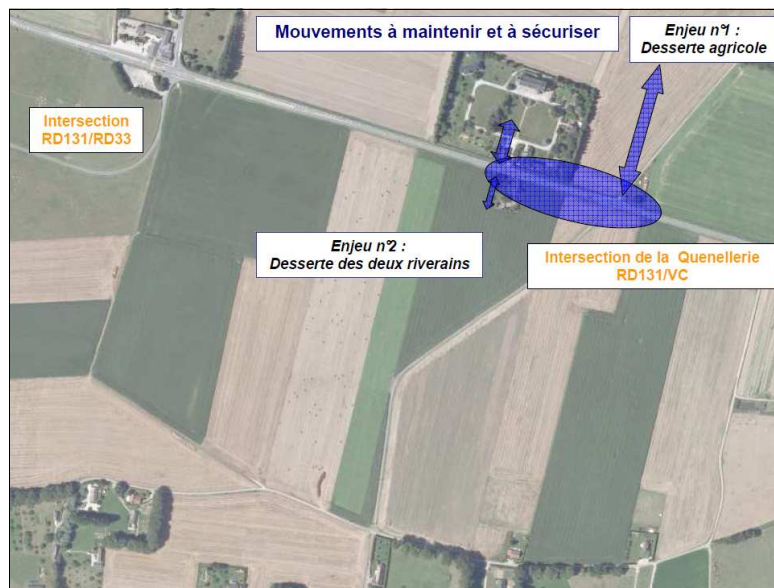


Illustration 11: Mouvements à maintenir et à sécuriser (source Département de Seine-Maritime).

L'aménagement a été conçu suivant les caractéristiques géométriques du « carrefour-chicane » déjà réalisé sur la RD438 au niveau des Plaines Saint-Martin.

Les principales caractéristiques géométriques de cet aménagement sont les suivantes :

- largeur des voies du mouvement direct (marquage compris) : 3,50 m,
- déport entrée et sortie : 2,70 m,
- pente du déport : 1/10,
- largeur des voies de tourne à gauche : 2,35 m,
- longueurs des voies de tourne-à-gauche (biseau compris) : entre 41 et 45 m suivant le sens de circulation,
- longueur totale de l'aménagement : 145,00 m.

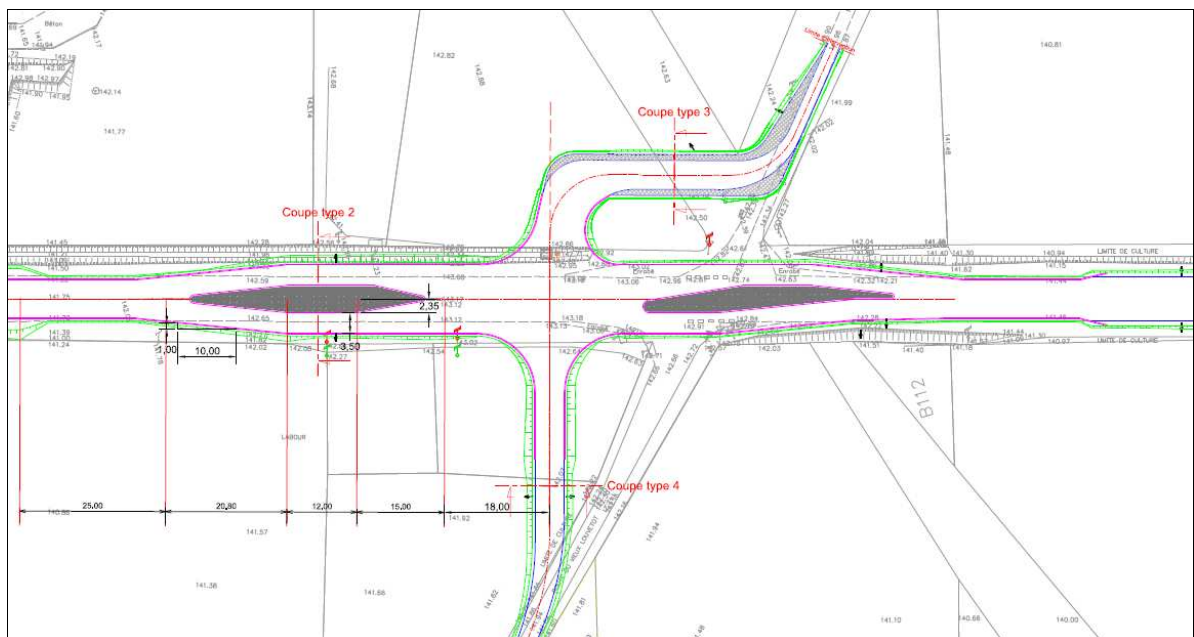


Illustration 12: Configuration de l'intersection après aménagement.

L'objectif de réduction des vitesses pratiquées se traduit également sur le terrain par la limitation de vitesse de 90 km/h avant aménagement à 70 km/h après aménagement sur l'axe principal dans les deux sens de circulation.

Dans le cadre de cet aménagement, plusieurs travaux ont été réalisés :

- suppression de l'arrêt de car situé dans l'intersection,
- réalisation de bandes multifonctionnelles au droit des deux accès riverains afin d'assurer les mouvements de tourne-à-droite et permettre des manœuvres d'évitement par la droite d'un véhicule en tourne-à-gauche,
- déplacement des poteaux électriques en dehors de la zone de sécurité et des trajectoires possibles de sortie accidentelles de chaussée.

4 . Examen de sécurité de l'aménagement

L'aménagement a fait l'objet d'une visite de sécurité suivant les 7 critères de sécurité définis dans le document Sécurité des Routes et des Rues (SRR) - SETRA / CETUR - septembre 1992.

4.1 . Branche RD131 venant d'Yvetot

Le carrefour-chicane de la Quenellerie présente une bonne visibilité de jour mais pas de nuit et une mauvaise lisibilité de jour comme de nuit dans les deux sens de circulation.

La dissymétrie de l'îlot séparateur côté Yvetot (cf. illustration 13) nuit vraisemblablement à la perception de l'aménagement (îlot séparateur moins large). La forme du marquage horizontal liée à cette dissymétrie ne semble pas contribuer à une bonne lisibilité du déport d'entrée. L'absence de signalisation horizontale en rive dans l'aménagement ne participe pas au bon guidage de l'utilisateur dans l'aménagement.



Illustration 13: Dissymétrie de l'îlot séparateur côté Yvetot.



Illustration 14: carrefour-chicane de la Quenellerie - Sens Yvetot - Pont de Brotonne.

On note que la balise J5 a été heurtée (cf. illustration 15). Afin de maintenir une bonne visibilité de l'aménagement, il faudra veiller au maintien et à l'entretien de cette balise dans le temps.

On observe des traces de freinage d'un poids lourd en entrée de la chicane se prolongeant sur l'îlot central (cf. illustration 16). On observe également des traces de pneus sur les bordures en rive de l'entrée et de la sortie de la chicane, ainsi que de nombreux enjôleurs dans le fossé à l'entrée de la chicane.



Illustration 15: balise J5 heurtée.



Illustration 16: Traces de freinage PL.

Le panneau AB2 (intersection avec une route dont les usagers doivent céder le passage dans le cas où un panneau AB6 ne peut être utilisé) ne doit pas être implanté car la RD131 est une route prioritaire (cf. illustration 17).

La visibilité sur la filante depuis la voie de tourne-à-gauche est perfectible (cf. illustration 9).

Il faudrait étudier la possibilité de déposer les poteaux de barrière situés à environ 3 mètres du bord de la chaussée (cf. illustration 19).

Le panneau touristique de type « H30 » (cf. illustration 20) ainsi que celui où il est mentionné "le département travaille pour vous" peut détourner l'attention de l'usager à un endroit qui nécessite de l'attention.



Illustration 17: Panneau AB2 à supprimer.



Illustration 18: Visibilité depuis la voie de TAG vers pont de Brotonne.



Illustration 19: Poteaux de barrières à déposer.



Illustration 20: Panneau H30.

4.2 . Branche RD131 venant du Pont de Brotonne

Cet aménagement se situe en sortie d'une zone d'habitat diffus et dans un espace « ouvert » où l'on note l'absence de bâti et de végétation (cf. illustration 21). Cette configuration ne favorise pas la visibilité du carrefour. La balise J5 participe cependant à la visibilité du carrefour. Il faudra donc veiller au maintien et à l'entretien de cette balise.

On note des traces de pneus sur les bordures en rive en entrée de la chicane.

La visibilité sur la filante de la voie de tourne-à-gauche est bonne (cf. illustration 22).

L'absence de signalisation horizontale en rive dans l'aménagement, ne participe pas au bon guidage de l'usager dans l'aménagement. On note également qu'il manque des plots rétro réfléchissants notamment sur les bordures en rive en entrée de chicane.

En sortie de la chicane nous proposons de remplacer le panneau de type B33 (fin de limitation de vitesse) par un panneau de type B14 (90km/h) pour être cohérent avec l'itinéraire (cf. illustration 23).



Illustration 21: Arrivée sur l'aménagement depuis Pont de Brotonne.



Illustration 22: Visibilité depuis la voie de TAG vers Yvetot.



Illustration 23: Panneau B33 à remplacer par un B14 (90km/h).

4.3 . Branche route de la Quenellerie

La présignalisation du STOP n'est pas conforme (cf. illustration 24). L'AB3b est le signal avancé de l'AB3a (cédez-le-passage) et non de l'AB4 (STOP). Ce panneau est à remplacer par un AB5 (signal avancé du AB4).

Le balisage de la courbe à droite par J4 monochevrons semblent surdimensionné (cf. illustration 25). En effet, il s'agit d'une route étroite et cette courbe se situe quelques mètres avant la ligne de STOP. Nous proposons de remplacer ces J4 par des J1.

On note la présence de 2 poteaux en béton proches du bord de chaussée en intérieur et sortie de la courbe à droite (cf. illustration 25).



Illustration 24: Signalisation avancée du STOP non conforme : AB3b à remplacer par un AB5.



Illustration 25: Balisage de la courbe de type J4 monochevrons et poteaux béton proche du bord de chaussée.

Pour maintenir une bonne visibilité en retrait depuis la sécante, il faudra veiller au bon entretien des accotements.

4.4 . Branche route du Vieux Louvetot

Pour améliorer la lisibilité de la courbe en approche de l'intersection, nous proposons d'étudier la possibilité de créer un merlon paysager à l'extérieur de cette courbe (cf. illustration 26).



Illustration 26: Arrivée en courbe sur l'intersection.

Pour maintenir une bonne visibilité en retrait depuis la sécante il faudra veiller au bon entretien des accotements.

5 . Accidentologie

Aujourd'hui, on recense un accident matériel dans le sens Yvetot vers le pont de Brotonne : un usager perd le contrôle de son véhicule dans le « carrefour-chicane » et termine sa course dans la parcelle agricole située de l'autre côté, à gauche (cf. illustrations 27 et 28).



Illustration 27



Illustration 28

6 . Mesures de vitesse

6.1 . Méthodologie

L'évaluation de l'impact de la modification du carrefour sur les vitesses pratiquées par les usagers repose sur des mesures en bord de voie effectuées avant et après mise en œuvre de l'aménagement. Des mesures cinématiques à l'aide d'une voiture instrumentée³ complètent l'étude du nouvel aménagement.

Mesure des vitesses pratiquées par les usagers dans le carrefour :

L'objectif des mesures effectuées en bord de voie est d'estimer l'évolution de la distribution des vitesses adoptées par les conducteurs circulant sur la route principale lorsqu'ils abordent l'intersection. Les recueils de données ont été réalisés le 30 août 2013 avant travaux, puis le 30 janvier 2014 après travaux, dans des conditions météorologiques favorables.

A ces deux périodes, un dispositif de mesure a été installé 30 mètres environ avant l'intersection dans chaque sens de circulation.

Les données sont enregistrées véhicule par véhicule afin de permettre une analyse microscopique du trafic.

Elaboration des profils de vitesses de franchissement de l'aménagement :

Un échantillon de véhicules a été suivi par une voiture instrumentée sur la route principale. L'objectif est d'estimer un profil de vitesse V85⁴ de franchissement du carrefour-chicane par catégorie de véhicule pour chaque sens de circulation.

L'échantillon se compose de 10 véhicules légers (VL) et 10 poids lourds (PL) par sens. Les usagers choisis ne sont pas ralentis par un véhicule précédent sur l'itinéraire.

Le profil V85 de l'échantillon est recalé le cas échéant par rapport à la V85 de la population mesurée en bord de voie.

L'analyse des résultats s'appuie uniquement sur l'allure de la courbe de vitesse.

Mesure de l'accélération subie par le véhicule :

L'objectif est de vérifier que la sollicitation du véhicule et des usagers en traversée du carrefour-chicane sur la route principale est acceptable.

Le passage dans les deux sens de circulation en voiture instrumentée à différents paliers de vitesse permet de mesurer les contraintes subies par le véhicule et les actions du conducteur. Deux variables sont prises en compte dans la présente étude : l'accélération transversale et l'angle du volant.

³ Véhicule d'analyse du comportement du conducteur (VACC) – Renault Mégane 3

⁴ V85 : vitesse au-dessus de laquelle circulent 15 % des véhicules

6.2 . Résultats

Impact de l'aménagement sur les vitesses pratiquées par les usagers dans le carrefour :

	Vers Yvetot		Vers La Mailleraye-sur-Seine	
	Période avant	Période après	Période avant	Période après
Tous véhicules :				
Nombre	4 919	4 118	4 535	4 026
Vmoy	81 km/h	60 km/h	82 km/h	60 km/h
Ecart-type	13 km/h	10 km/h	13 km/h	10 km/h
V85	91 km/h	69 km/h	91 km/h	69 km/h
V > 70 km/h	86%	12%	90%	12%
V > 90 km/h	22%	0%	27%	1%
VL libres⁵ :				
Vmoy	84 km/h	62 km/h	86 km/h	63 km/h
V85	93 km/h	71 km/h	95 km/h	72 km/h
V > 70 km/h	94%	16%	95%	18%
V > 90 km/h	30%	0%	39%	1%
PL libres :				
Vmoy	79 km/h	54 km/h	83 km/h	54 km/h
V85	88 km/h	64 km/h	91 km/h	63 km/h
V15 ⁶	70 km/h	47 km/h	76 km/h	47 km/h
V > 70 km/h	84%	2%	93%	2%
V > 80 km/h	44%	0%	68%	0%

Tableau 1 : vitesses pratiquées par les usagers dans le carrefour avant et après modification.

L'effet de la modification du carrefour sur les vitesses pratiquées par les conducteurs mesurées à 30 mètres de l'intersection sur la route principale est le suivant :

- La vitesse moyenne et la V85 de l'ensemble des véhicules ont diminué de 20 km/h. La vitesse moyenne est de 60 km/h dans les deux sens de circulation ; la V85 est de 70 km/h.
- La V85 des VL libres est d'environ 70 km/h. L'aménagement permet d'obtenir un taux de respect de la limitation de vitesse (70 km/h) par les conducteurs de VL libres supérieur à 80 %. Les traversées de l'intersection par des VL circulant au-dessus de 90 km/h sont rares.
- La V85 des PL libres est d'environ 65 km/h. La V15 des PL libres est proche de 50 km/h. Le taux de respect de la limitation de vitesse par les PL libres est de 98 %. La contrainte de l'aménagement à l'égard des PL est acceptable et correspond aux objectifs attendus.

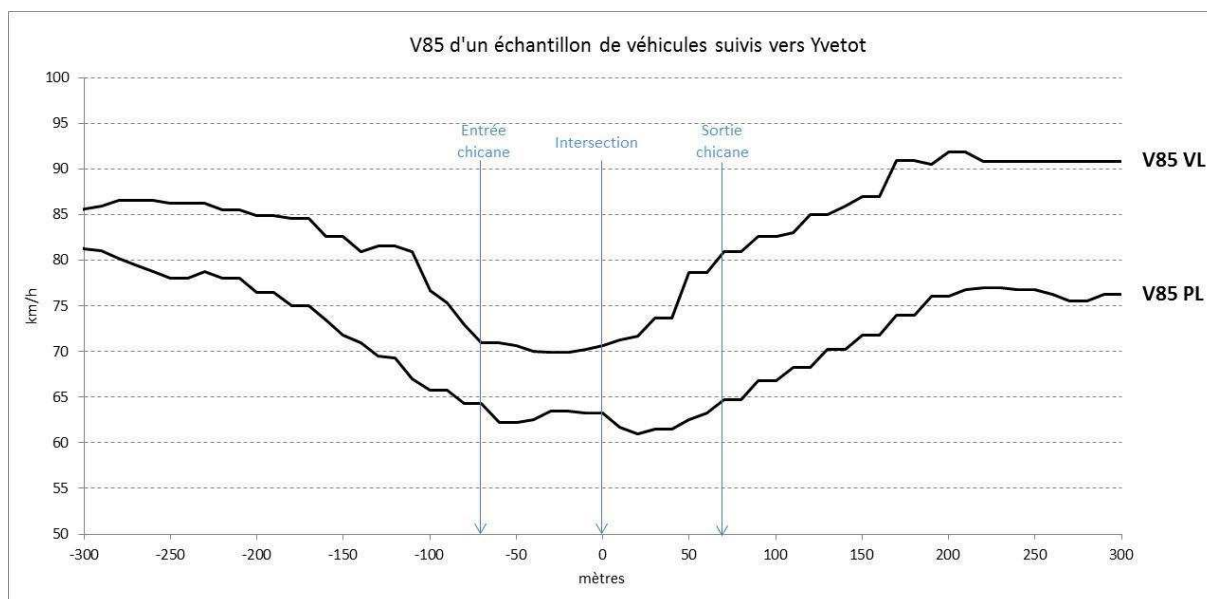
L'impact de l'aménagement se traduit par une forte baisse des vitesses et une réduction de la dispersion des vitesses (caractérisée par l'écart-type). Le niveau de vitesse atteint s'inscrit dans le sens d'une réduction importante du risque d'accident en cohérence avec la nouvelle limitation de vitesse prescrite.

⁵ Véhicule libre : véhicule ayant un temps inter-véhiculaire supérieur à 5 secondes vis-à-vis du véhicule précédent : la vitesse adoptée caractérise alors davantage le choix du conducteur

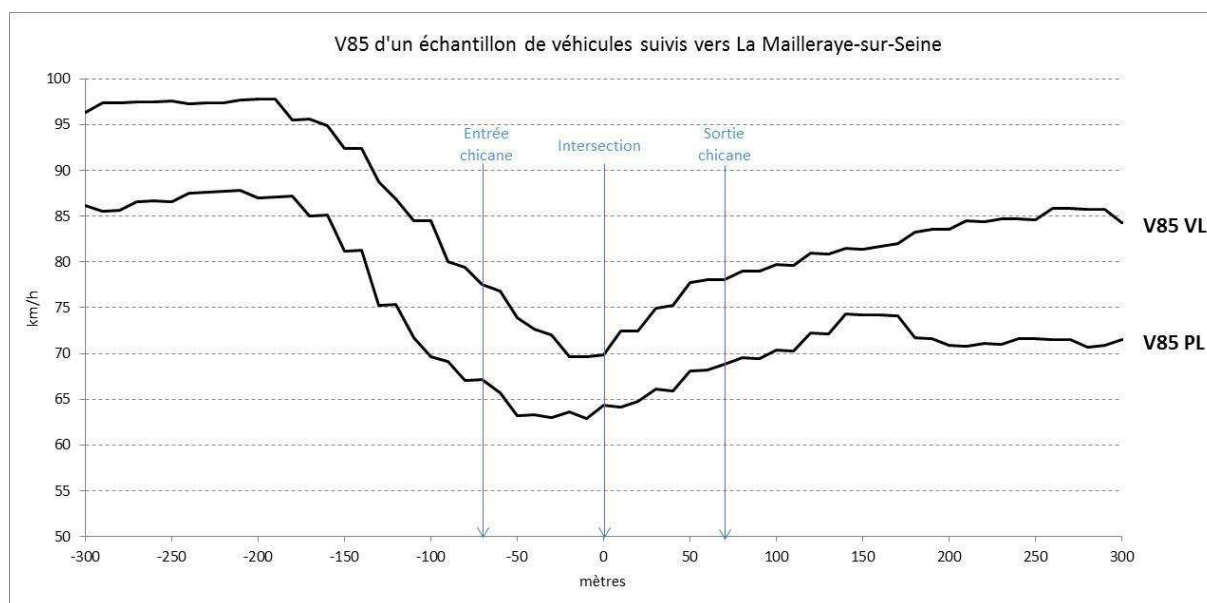
⁶ V15 : vitesse au-dessous de laquelle circulent 15 % des véhicules

Profils de vitesses de franchissement de l'aménagement :

Les profils de vitesse V85 établis à partir d'un échantillon de véhicules suivis sur l'itinéraire sont les suivants :



Graphique 1 : profils V85 d'un échantillon de véhicules suivis vers Yvetot.



Graphique 2 : profils V85 d'un échantillon de véhicules suivis vers le pont de Brotonne.

La zone d'influence directe de l'aménagement sur les vitesses peut être estimée par cette méthode à environ 400 mètres (200 mètres en amont et en aval de l'intersection).

La vitesse d'approche de l'aménagement est plus élevée vers le pont de Brotonne (la limitation de vitesse en amont est de 90 km/h vers le pont de Brotonne et déjà de 70 km/h vers Yvetot).

La prescription de limitation de vitesse à 70 km/h n'est pas respectée au droit des panneaux B14 situés à 350 m de l'intersection dans le sens vers Yvetot et à 210 m vers La Mailleraye.

Les résultats suggèrent que la vitesse de franchissement serait indépendante de la vitesse initiale des véhicules et probablement associée en particulier à la géométrie de la chicane.

La limitation de vitesse à 70 km/h est d'ailleurs mieux respectée lorsqu'elle est associée à la chicane que dans la zone précédant l'aménagement en direction d'Yvetot.

Les PL suivis circulent dans l'ensemble moins vite que les VL. Les courbes de vitesse des VL et des PL évoluent parallèlement. L'allure comparable des profils de franchissement des PL et des VL ne permet pas de mettre en évidence, par cette méthode, de difficulté concernant les PL lors de la traverse de l'aménagement.

La zone critique des 50 derniers mètres avant l'intersection (distance d'arrêt potentiellement insuffisante) bénéficie du maximum d'efficacité de l'aménagement sur les vitesses.

Accélération subie par le véhicule lors du franchissement de l'aménagement :

L'accélération transversale du véhicule est susceptible d'être inconfortable pour ses occupants à partir d'une valeur empirique de 0,3 g ($1\text{ g} = 9,81\text{ m/s}^2$). Elle est considérée comme importante à partir de 0,5 g. La variation et la durée d'accélération doivent également être prises en compte.

Les mesures ont été réalisées notamment lorsque la vitesse de la voiture est stabilisée à la limite autorisée (70 km/h), qui correspond aussi dans la présente étude à la V85 des VL libres.

Les essais montrent que, dans les deux sens de circulation, l'accélération transversale lors du franchissement de la chicane en voiture à 70 km/h est inférieure aux seuils retenus. L'angle du volant est inférieur à 15 °.

Ces résultats ne révèlent pas d'inadéquation entre la contrainte géométrique de l'infrastructure, la limitation de vitesse associée et la vitesse pratiquée.

Compte tenu du niveau de vitesse élevé en approche du carrefour-chicane, le manque de visibilité et de lisibilité de l'aménagement est préoccupant.

En effet, l'estimation de la V85 des VL à 100 m de l'entrée de la chicane est de 95 km/h vers La Mailleraye-sur-Seine et 85 km/h vers Yvetot.

7 . Propositions d'aménagement

Compte-tenu du niveau de vitesse élevé en approche du carrefour-chicane, le manque de visibilité et de lisibilité de l'aménagement est préoccupant. Ceci nous amène à proposer au gestionnaire une liste d'actions qui contribueraient à conforter la sécurisation de l'aménagement existant.

Cette liste n'est pas classée par ordre de priorité, celle-ci étant à l'initiative du gestionnaire de la voirie.

- Donner de la verticalité à l'aménagement en réalisant un traitement paysager spécifique ou en implantant des balises J11 blanches sur l'îlot séparateur, ainsi qu'en rive au niveau du déport d'entrée et de sortie de l'aménagement dans les deux sens de circulation (cf. illustrations 29 à 32). Elles permettent de donner de la verticalité à l'aménagement et d'améliorer la visibilité et la lisibilité pour les usagers de jour comme de nuit. Il conviendra de s'assurer qu'elles ne constituent pas de masques à la visibilité depuis les sécantes et les voies de tourne-à-gauche.



Illustration 29



Illustration 30



Illustration 31



Illustration 32

- Vérifier l'implantation et l'efficacité des plots rétro réfléchissants implantés en axe de chaussée, sur l'îlot séparateur et les bordures situées en rive au niveau des déports d'entrée et de sortie afin d'assurer un bon guidage de nuit. Remplacer les plots manquants. Veiller au bon entretien dans le temps des balises J5 afin de maintenir une bonne lisibilité de l'aménagement.
- Etudier la possibilité de prolonger le bordurage de rive en approche de l'aménagement afin d'améliorer les conditions de visibilité.



Illustration 33: Branche route du Vieux Louvetot : visibilité à gauche masquée par la végétation.



Illustration 34: Branche route du Vieux Louvetot : visibilité à droite masquée par la végétation.



Illustration 35: Branche route de la Quenellerie : visibilité à gauche masquée par la végétation.



Illustration 36: Branche route de la Quenellerie : visibilité à droite masquée par la végétation.



Illustration 37: Accès au Buisson Ardent : visibilité à gauche masquée par la végétation.



Illustration 38: accès riverain : visibilité à droite masquée par la végétation.

- Veiller au bon entretien de la végétation dans l'intersection et au niveau des deux accès riverains situés à proximité. Cette végétation constitue un masque à la visibilité (cf. illustrations 33 à 38).

- Dans le sens Yvetot vers le pont de Brotonne, déplacer les balises J5 et B21a1 afin d'obtenir de meilleures conditions de visibilité pour les usagers en tourne-à-gauche et étudier la possibilité de descendre d'une gamme pour le panneau B21a1.
- Planter du marquage horizontal en rive dans l'aménagement, en continuité du marquage de la section courante (cf. « carrefour-chicane » réalisé sur la RD438 au niveau des Plaines Saint-Martin).
- Supprimer le panneau AB2 en section courante dans les deux sens de circulation et rapprocher de l'aménagement le panneau B14 + M9z « rappel de vitesse limitée à 70 km/h » dans le sens pont de Brotonne vers Yvetot afin que l'utilisateur associe notamment cette limitation de vitesse au nouvel aménagement réalisé.
- Étudier la possibilité de déplacer le panneau touristique de type « H30 » qui semble proche du bord de chaussée et qui peut détourner l'attention de l'utilisateur à un endroit qui nécessite de l'attention.
- Supprimer le panneau où il est mentionné « le département travaille pour vous » dans les deux sens de circulation.
- Remplacer le panneau B33 par un B14 (90 km/h) conformément aux préconisations déjà réalisées sur les aménagements réalisés sur cet itinéraire.
- Route de la Quenellerie, remplacer les balises J4 par des balises J1 et étudier la possibilité de créer un aménagement permettant de souligner la courbe.
- Route de la Quenellerie, remplacer le panneau de présignalisation par un AB5 et vérifier qu'il se trouve bien à 150m de la ligne d'effet de signal.
- Planter un panneau « attention, carrefour modifié » conformément aux pratiques du Département de Seine-Maritime.
- Être vigilant aux implantations de panneaux publicitaires du Département ou des entreprises qui peuvent créer des masques à la visibilité, voire des obstacles dans certains cas (cf. illustrations 39 et 40).



Illustration 39: Panneau EUROVIA créant un masque à la visibilité à gauche.



Illustration 40: Panneau EUROVIA couché par le vent. La visibilité à gauche est dégagée.

Étude réalisée à la demande et pour le compte du

Département de Seine-Maritime, Direction des routes, Secteur Exploitation et Entretien, Service Sécurité Routière.

Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures
Impacts sur la santé - Mobilités et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Normandie Centre : 10 chemin de la poudrière - CS 90245 - F-76121 Le Grand Quevilly cedex - Tél : +33 (0)2 35 68 81 00
Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30 - www.cerema.fr