



Impact de la voie auxiliaire sur le niveau de service du tronc commun A4-A86

Simon Cohen

► To cite this version:

Simon Cohen. Impact de la voie auxiliaire sur le niveau de service du tronc commun A4-A86. 2007, 72p. [⟨hal-00545420⟩](#)

HAL Id: hal-00545420

<https://hal.science/hal-00545420v1>

Submitted on 15 Dec 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Fiche bibliographique

UR (1er auteur) GRETIA		Projet	Rapport INRETS
Titre Impact de la voie auxiliaire sur le trafic du tronc commun A4-A86			
Sous-titre			Langue : F
Auteur Simon COHEN			Rattachement extérieur INRETS
Nom adresse financeur, coéditeur DIRIF			Convention DIRIF-INRETS n°F05-39
			Juin 2007
<p>Résumé</p> <p>Ce document, élaboré dans le cadre d'une convention DIRIF-INRETS, a pour objet d'évaluer les effets de l'utilisation de la voie dite auxiliaire sur les conditions de circulation prévalant sur le tronc commun A4-A86 et sur son réseau d'influence. L'évaluation s'effectue par comparaison entre la situation 2003 de référence à 2x4 voies avec BAU et la nouvelle configuration 2006 avec la voie auxiliaire, ouverte ou fermée. Les principales tendances de la comparaison avant/après se déclinent ainsi.</p> <p>En direction de Paris, la section à 4 voies avec BAU avait, jusqu'en 2003, une capacité de l'ordre de 8700 véh/h. En 2006, la capacité obtenue avec la voie auxiliaire ouverte dépasse 9300 véh/h. Dans le sens Paris-province, la section à 4 voies avec BAU avait une capacité de 8900 véh/h environ. En 2006, la capacité atteinte avec la voie auxiliaire ouverte est de l'ordre de 9700 véh/h.</p> <p>Lorsque la voie auxiliaire est aujourd'hui fermée en permanence, la capacité est inférieure à celle qui prévalait dans la configuration antérieure : 7500 véh/h seulement vers Paris et 8100 véh/h dans le sens opposé.</p> <p>L'utilisation de la voie auxiliaire permet, sur le tronc commun, les jours ouvrables, une amélioration du niveau de service de circulation dans les deux sens, marquée par une augmentation du temps journalier en fluidité. La vitesse moyenne locale s'améliore en direction de Paris passant de 58 à 72 km/h et reste stable à 72 km/h dans l'autre sens de circulation.</p> <p>Sur le réseau d'influence, les répercussions sur les vitesses moyennes d'itinéraires sont globalement positives : amélioration sur certains itinéraires, en particulier sur l'autoroute A4, et dégradation limitée sur d'autres. Sur ce même réseau et pour un jour ouvrable (0h-24h), les variations relatives des indicateurs clés sont caractérisées par une légère diminution du volume de trafic (-1,1%) associée à une baisse substantielle (-7% environ) du temps total passé en circulation. On note enfin une diminution (-6%) du volume d'encombrement. Les samedis et dimanches ces tendances sont encore plus marquées.</p> <p>Durant les seules périodes de pointe pour lesquelles la voie auxiliaire est ouverte, on observe une forte augmentation de trafic due à la 5^{ième} voie (+7,5%), avec un temps total en circulation diminuant de 5% et un volume d'encombrement en baisse de 19%.</p> <p>Ces résultats sont obtenus avec une durée moyenne d'utilisation de la voie auxiliaire de l'ordre de 5 h/jour en direction de Paris et de 4 h/jour dans le sens opposé.</p>			
Mots Clés Voie auxiliaire, capacité, vitesse, cartographie, niveaux de service			Distribution : Libre
Nombre de pages : 72	Prix :	Confidentiel : Non	Bibliographie

Publication data form

UR (1st author) GRETIA		Project		INRETS Report	
Title Impact of the peak lane on the traffic of the common trunk A4-A86					
Subtitle				Language : French	
Author Simon COHEN				Affiliation: INRETS	
Sponsor, co-editor name DIRIF				Contract DIRIF-INRETS n°F05-39	
				June 2007	
<p>Summary</p> <p>This document, elaborated in the framework of a DIRIF-INRETS contract, aims to assess the effects of the use of the hard shoulder lane (or peak lane) on traffic conditions prevailing on the common motorway trunk A4-A86 and its network of influence. The evaluation is carried out by a comparison between the reference situation in 2003 with 4 lanes plus a hard shoulder and the new configuration in 2006 with the peak lane, opened or closed. The principal tendencies of the comparison are listed below.</p> <p>In the Paris direction, the section with 4 lanes had, until 2003, a capacity of about 8700 veh/h. In 2006, the capacity obtained with the peak lane open exceeds 9300 veh/h. In the Paris-province direction, the initial capacity was approximately 8900 veh/h. In 2006, the capacity reached with the peak lane is about 9700 veh/h.</p> <p>When the peak lane is closed today permanently, the capacity is lower than that which prevailed in the initial configuration: 7500 veh/h only towards Paris and 8100 veh/h in the opposite direction. The use of the peak lane allows, the working days, an improvement of the level of service in the two directions, marked by an increase in daily time in fluidity. The local mean speed improves towards Paris passing from 58 to 72 km/h and remains stable with 72 km/h in the opposite direction. On the network of influence, the effects on the space mean speeds are overall positive: improvement on certain routes, in particular on the A4 motorway, and limited reduction on others. On this same network and for a working day (0h-24h), the relative variations of the key indicators are characterized by a light reduction in the volume traffic (-1,1%) associated a substantial fall (-7%) approximately of the total time spent. One notes finally a reduction (-6%) of area of congestion (in h×km). Saturdays and Sundays these tendencies even are marked.</p> <p>During the peak periods for which the peak lane is open, one observes a strong increase in traffic due to the 5th lane (+7,5%), with a total time decreasing by 5% and an area of congestion in fall of 19%.</p> <p>These results are obtained with an average duration of use of the peak lane of about 5 h/day towards Paris and 4 h/day in the opposite direction.</p>					
Key words Peak lane, capacity, speed, traffic mapping, level of service				Distribution : Free	
Number of pages : 72		Price :		Confidential : No	Bibliography

SOMMAIRE

1	L'OPÉRATION TRONC COMMUN A4-A86 DANS LE VAL-DE-MARNE.....	1
1.1	LA CONFIGURATION AVANT AMENAGEMENT.....	2
1.2	LE SITE APRES AMENAGEMENT.....	4
2	LA QUALIFICATION ET LA SÉLECTION DES DONNÉES.....	9
2.1	QUALIFICATION DES DONNEES BRUTES	9
2.2	LA SELECTION DES DONNEES.....	10
2.3	LA CONSTITUTION DES ECHANTILLONS	10
2.4	DUREE D'OUVERTURE JOURNALIERE.....	12
3	LE SCHÉMA D'ÉVALUATION EN 12 ÉTAPES	13
4	LA CAPACITÉ DU TRONC COMMUN A4-A86.....	15
4.1	QUANTILES DE LA DISTRIBUTION DES DEBITS MAXIMAUX.....	15
4.2	LE CALIBRAGE DE LA COURBE VITESSE - DEBIT	18
5	L'IMPACT SUR LES VITESSES PRATIQUÉES.....	23
5.1	IMPACT SUR LES VITESSES LIBRES	23
5.2	ÉVOLUTION DE LA VITESSE MOYENNE LOCALE SUR LE TRONC COMMUN A4-A86.....	24
5.3	LA VITESSE MOYENNE SUR ITINERAIRES.....	25
6	L'IMPACT SUR LE NIVEAU DE SERVICE DE CIRCULATION.....	27
6.1	L'APPROCHE NIVEAU DE SERVICE DE CIRCULATION (NSC).....	27
6.2	COMPARAISON DES NIVEAUX DE SERVICE DE CIRCULATION AVANT / APRES AMENAGEMENT.....	34
7	LA CARTOGRAPHIE DES ENCOMBREMENTS	35
7.1	L'APPROCHE CARTOGRAPHIQUE	35
7.2	LES CARTES ET L'ANALYSE QUALITATIVE	35
7.3	INDICATEURS DE FONCTIONNEMENT ET ANALYSE QUANTITATIVE.....	47
8	ÉLÉMENTS DE CONCLUSION.....	53
	ANNEXE 1 : SELECTION DES DONNEES	55
	ANNEXE 2 : POINTS (Q, TO) ET (V,Q) SUR LE TRONC COMMUN A4-A86.....	59
	ANNEXE 3 : COURBES CALIBRÉES SUR LE TRONC COMMUN A4-A86.....	61
	BIBLIOGRAPHIE.....	65

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation du tronc commun A4-A86 dans l'Est parisien.....	1
Figure 2 : Configuration du tronc commun A4-A86 dans le Val-de-Marne avant aménagement.....	2
Figure 3 : Profils en travers dans le sens W au droit de l'ouvrage du RER, avant aménagement.....	3
Figure 4 : Tronc commun A4-A86 avant aménagement (source DIRIF).....	3
Figure 5 : Nouvelle configuration du tronc commun A4-A86 après aménagement.....	4
Figure 6 : Profils en travers du site au droit de l'ouvrage du RER A, après aménagement.....	5
Figure 7 : Le site A4-A86 après aménagement.....	5
Figure 8 : Glissière mobile d'affectation.....	6
Figure 9 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Province-Paris, avant aménagement.....	15
Figure 10 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Province-Paris, après aménagement.....	16
Figure 11 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Paris-Province, avant aménagement.....	16
Figure 12 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Paris-Province, après aménagement.....	17
Figure 13 : Courbe vitesse/débit de la station A4W7.05, sens Province-Paris, avant aménagement.....	19
Figure 14 : Courbe vitesse/débit de la station A4W7.05, sens Province-Paris, après aménagement.....	19
Figure 15 : Courbe vitesse/débit de la station A4Y6.14, sens Paris-Province, avant aménagement.....	20
Figure 16 : Courbe vitesse/débit de la station A4Y6.14, sens Paris-Province, après aménagement.....	20
Figure 17 : Évolution de la vitesse moyenne locale (base 6 min) sur le tronc commun A4-A86.....	24
Figure 18 : Principe de détermination des seuils de discrimination des 4 NSC.....	28
Figure 19 : Répartition temporelle des niveaux de service, jours ouvrables, sens Province-Paris, avant aménagement (données 6mn de 13 jours).....	29
Figure 20 : Répartition temporelle des niveaux de service, , jours ouvrables, sens Province-Paris, après aménagement (données 6mn de 30 jours).....	29
Figure 21 : Répartition temporelle des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, avant aménagement (données 6mn de 22 jours).....	30
Figure 22 : Répartition temporelle des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, après aménagement (données 6mn de 24 jours).....	30
Figure 23 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Province-Paris, avant aménagement.....	31
Figure 24 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Province-Paris, après aménagement.....	32
Figure 25 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, avant aménagement.....	33
Figure 26 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, après aménagement.....	34
Figure 27: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A4, sens W, entre Noisy-Le-Grand et Bercy.....	36
Figure 28 : Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A4, sens W, entre Noisy-Le-Grand et Bercy.....	36
Figure 29: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A4, sens Y entre Bercy et Noisy-Le-Grand.....	38

Figure 30: Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A4, sens Y entre Bercy et Noisy-Le-Grand.....	38
Figure 31: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A86 Nord, sens Extérieur entre A4 et Rosny	40
Figure 32 : Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A86 Nord, sens Extérieur entre A4 et Rosny	40
Figure 33: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A86 Nord, sens intérieur entre Rosny et A4.....	42
Figure 34: Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A86 Nord, sens Intérieur entre Rosny et A4	42
Figure 35: Cartographie des encombrements en 2003, A86 Sud, sens extérieur entre Carrefour Pompadour et A4.....	44
Figure 36: Cartographie des encombrements en 2006, A86 Sud, sens extérieur entre Carrefour Pompadour et A4.....	44
Figure 37: Cartographie des encombrements en 2003, A86 Sud, sens Intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	46
Figure 38: Cartographie des encombrements en 2006, A86 Sud, sens intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	46
Figure 39 : Nuage de points (Q, TO) et (V, Q) de la station A4W7.05 des jours sélectionnés en 2006.....	59
Figure 40 : Nuage de points (Q, TO) et (V, Q) de la station A4Y6.14 des jours sélectionnés en 2006.....	60
Figure 41: Calibrage chaussée (station), sens Province-Paris, avant aménagement	61
Figure 42 : Calibrage chaussée (station), sens Province-Paris, après aménagement	62
Figure 43 : Calibrage chaussée (station), sens Paris-Province, avant aménagement	63
Figure 44 : Calibrage pour la chaussée (station), sens Paris-Province, après aménagement	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Échantillons de jours, sens Province-Paris (W)	11
Tableau 2 : Échantillons de jours, sens Paris-Province (Y)	11
Tableau 3 : Durée d'ouverture de la voie auxiliaire	12
Tableau 4 : Comparaison du débit maximum du tronc commun A4-A86 aux heures de pointe avant/après aménagement	17
Tableau 5 : plage horaire des débits de pointe	17
Tableau 6 : Seuils de fonctionnement du tronc commun après aménagement	21
Tableau 7 : Capacité du tronc commun avant et après aménagement (courbes débit/vitesse).....	21
Tableau 8 : Caractéristiques du tronc commun en 2006 avec la voie auxiliaire fermée en permanence	22
Tableau 9 : Vitesses libres sur le tronc commun A4-A86	23
Tableau 10 : Caractéristiques des vitesses moyennes 6 min.....	24
Tableau 11 : Vitesses moyennes journalières par itinéraires	26
Tableau 12 : Variations absolues et relatives des indicateurs avant-après (en %, plage 0h-24h)	49
Tableau 13 : Variations absolues et relatives des indicateurs avant-après (en %, plage 6h-22h)	50
Tableau 14 : Variations absolues et relatives des indicateurs en période de pointe.....	51
Tableau 15 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2003, sens Province-Paris-, avant aménagement.....	55
Tableau 16 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2003, sens Paris-Province, avant aménagement	56
Tableau 17 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2006, sens Province-Paris-, après aménagement	57
Tableau 18 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2006, sens Province-Paris-, après aménagement	58

1 L'OPÉRATION TRONC COMMUN A4-A86 DANS LE VAL-DE-MARNE

Dans le département du Val-de-Marne, le tronc commun aux autoroutes A4 et A86 traverse Joinville-le-Pont en viaduc en longeant la Marne sur près de 2200 m. Les 280000 véhicules qui l'empruntaient chaque jour étaient, jusqu'à l'été 2005, à l'origine d'un des plus importants bouchons routiers recensés en France : plus de 10 heures de congestion par jour avec des retenues dont la longueur moyenne dépassaient régulièrement 10 kilomètres. Les sections de l'A86 à deux voies et de l'A4 à trois voies se rejoignent en effet sur une section commune qui n'offre que quatre voies. D'où une capacité insuffisante et donc la formation de bouchons récurrents.

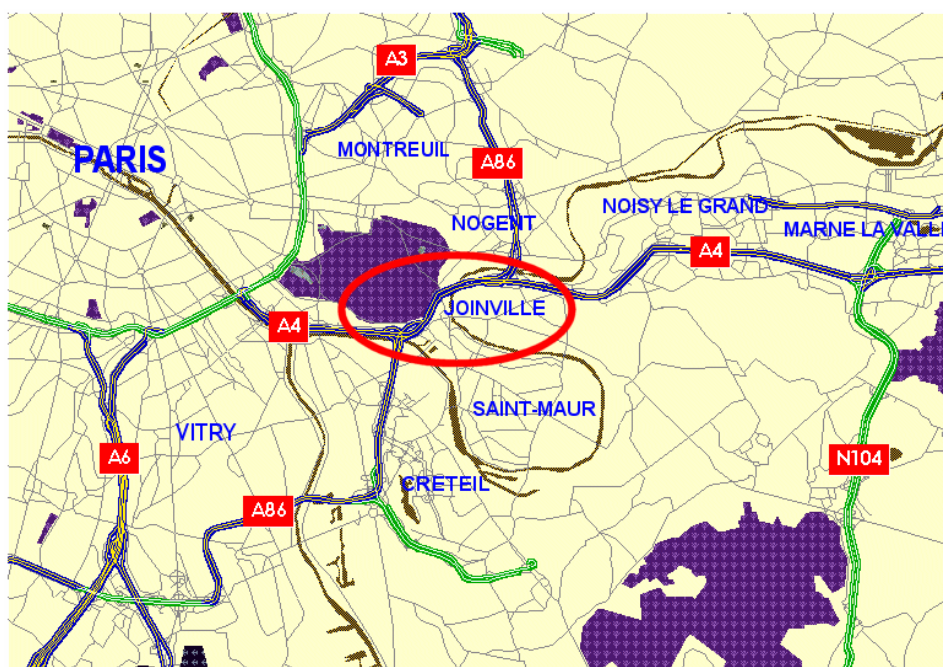


Figure 1 : Plan de situation du tronc commun A4-A86 dans l'Est parisien

En attendant le doublement de l'autoroute A86 sous la Marne, à une échéance encore inconnue aujourd'hui, une alternative a consisté à tester des mesures de gestion dynamique des voies, susceptibles d'améliorer aux heures de pointe les conditions d'écoulement du trafic dans cette zone. Le doublement de l'autoroute impliquerait au préalable le traitement des points singuliers en aval (par exemple par des élargissements).

On précise ci-après, les caractéristiques essentielles de l'opération.

1.1 La configuration avant aménagement

La section analysée en détail dans la suite du document est située sur le tronc commun aux autoroutes A4 et A86, dans le Val-de-Marne. Le site comprend les deux sens de circulation : Paris-province (noté sens Y), et province-Paris (noté sens W).

La Figure 2 illustre la configuration prévalant avant les travaux d'aménagement effectués en 2004-2005. Les autoroutes A4 et A86 totalisent 5 voies de circulation en amont, alors que le tronc commun n'en comporte que 4. Cette réduction de capacité génère une saturation par excès de demande aux heures de pointe. Les bouchons associés atteignent en moyenne 15 kilomètres (ramenés à une voie de circulation), cette valeur étant très sensiblement dépassée les jours les plus difficiles.

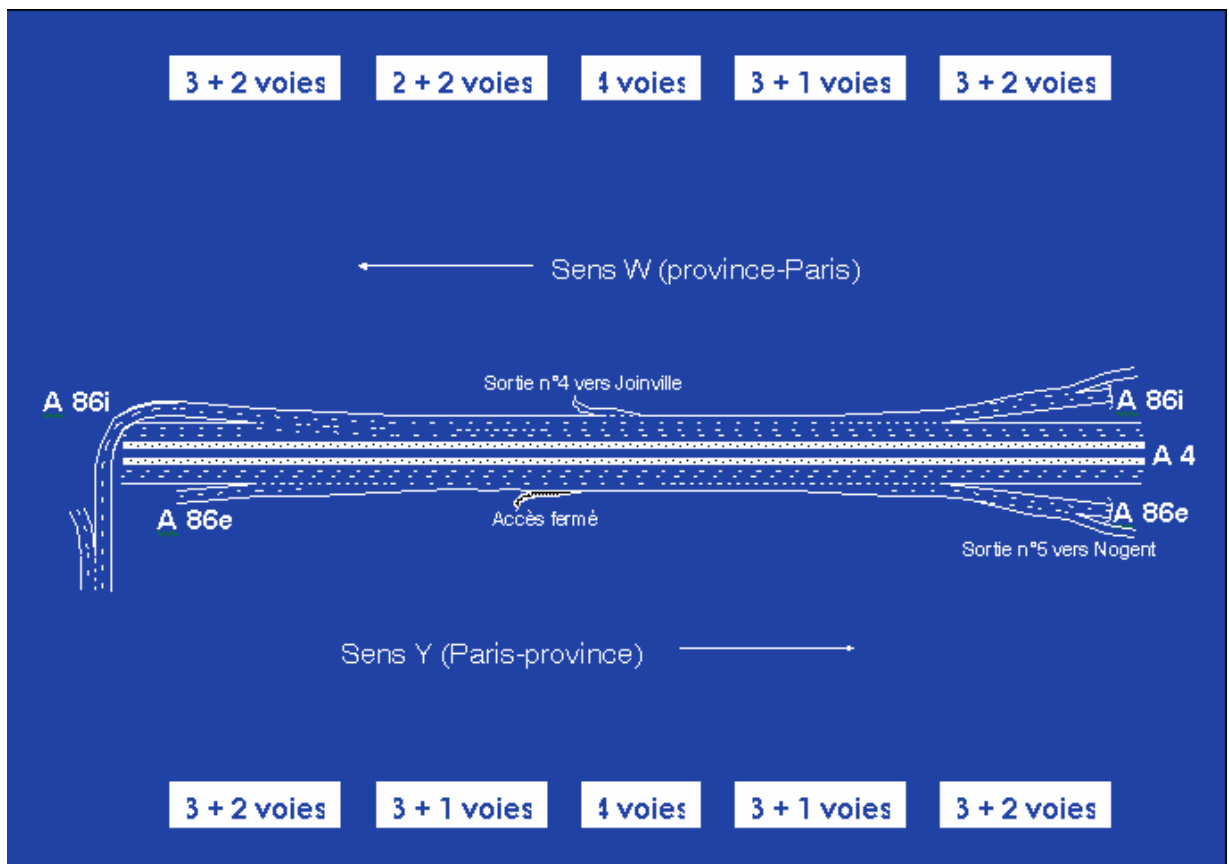


Figure 2 : Configuration du tronc commun A4-A86 dans le Val-de-Marne avant aménagement

Le profil en travers n'est pas homogène pour les 2 sens de circulation. On trouve de façon variable sur le linéaire : une bande dérasée de gauche (BDG) de largeur comprise entre 0.3 et 1.15 m , 4 voies de circulation de largeur comprise entre 3 et 3.5 m et une bande d'arrêt d'urgence (BAU) de largeur comprise entre 1 et 2 m.

A titre d'exemple, la figure 3 ci-dessous présente le profil en travers du site dans le sens W (Province-Paris) au droit de l'ouvrage du RER A.

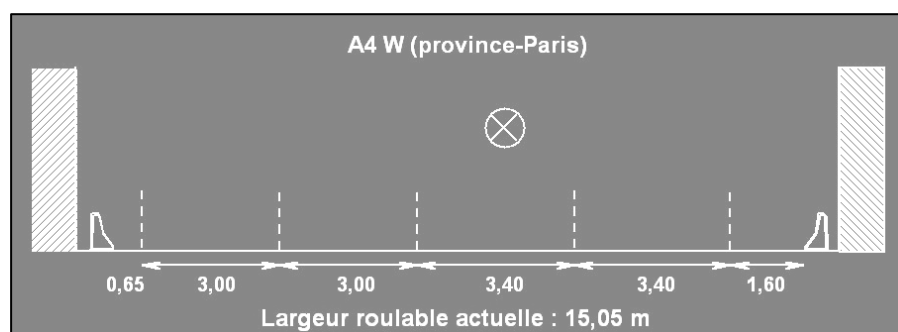


Figure 3 : Profils en travers dans le sens W au droit de l'ouvrage du RER, avant aménagement

Notons que le site présente les caractéristiques d'une section d'entrecroisement de type III, selon la nomenclature du HCM [HCM, 2000]. La section est en effet caractérisée par :

- *des mouvements d'entrecroisement pouvant être fait sans aucun changement de file.* C'est notamment le cas, dans le sens W, des véhicules en provenance de l'A86 Nord et se dirigeant vers l'A86 Sud ;
- *des mouvements d'entrecroisement nécessitant au moins deux changements de file.* C'est notamment le cas, dans le sens W, des véhicules en provenance de l'A86 Nord et se dirigeant vers l'A4 en direction de Paris.

Une image du site avant aménagement est fournie ci-après.



Figure 4 : Tronc commun A4-A86 avant aménagement (source DIRIF)

1.2 Le site après aménagement

La solution mise en œuvre depuis le 29 juillet 2005 par la DIRIF consiste à ouvrir à la circulation, lors des périodes de forte demande, une voie auxiliaire située à droite de la chaussée. Cette voie est prise sur la bande d'arrêt d'urgence (BAU) et reste donc interdite à la circulation en dehors des périodes de pointe. Dans le sens Province-Paris, cette disposition est également mise en œuvre sur le viaduc Nogent-Créteil assurant la liaison entre le tronç commun et l'A86 Intérieure à Maisons-Alfort qui est exploité à 3 voies au lieu de 2 à l'heure de pointe du matin.

Après plusieurs mois de travaux entre juillet 2004 et juillet 2005, les largeurs des voies circulées ont été adaptées sans toucher à l'assiette de l'autoroute et sans aménagement structurel lourd. La largeur des voies est réduite à 3 mètres ou 3,20 mètres. Les bandes dérasées de gauche et de droite ont retrouvé une largeur plus conforme à ce que l'on rencontre sur le réseau.

L'aménagement conduit à la nouvelle configuration suivante (Cf. Figure 5).

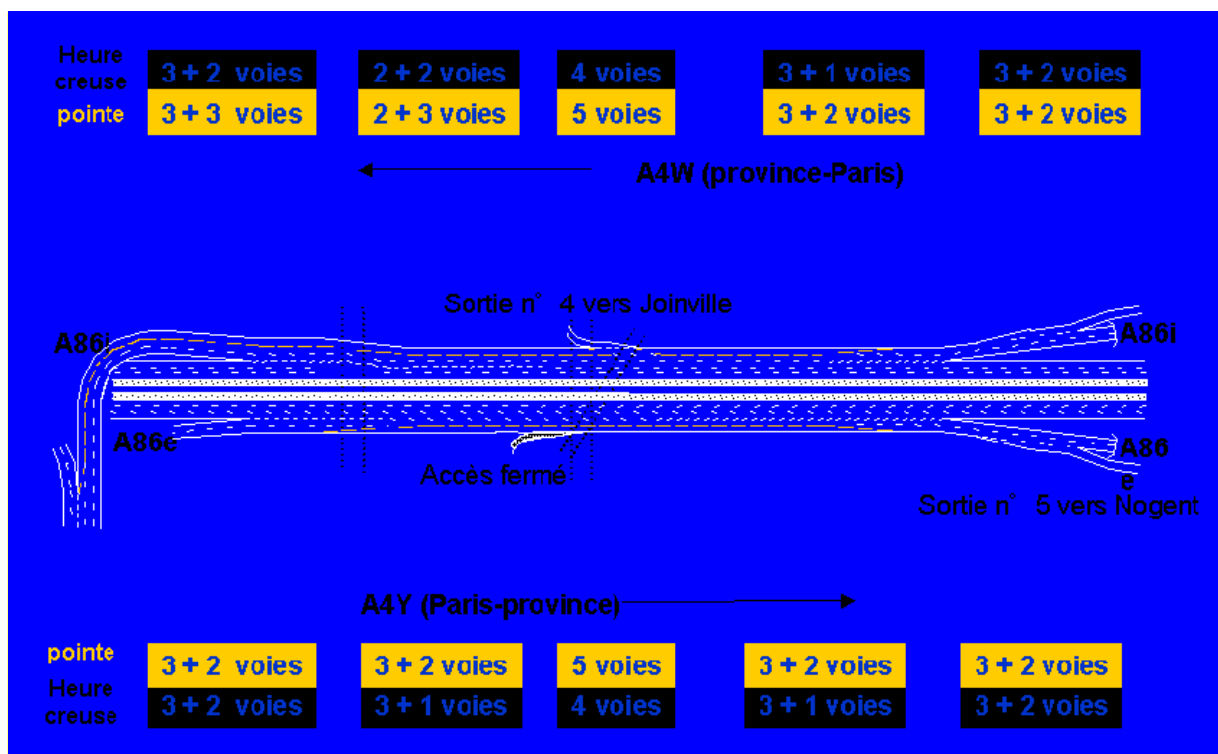


Figure 5 : Nouvelle configuration du tronç commun A4-A86 après aménagement

Pour chaque sens de circulation, l'aménagement a rendu le profil en travers du tronçon commun A4 et A86 homogène. On trouve de façon homogène sur le linéaire : 4 voies de circulation de largeur de 3 m ou de 3.2 m et une voie auxiliaire (en lieu et place de la bande d'arrêt d'urgence) d'une largeur de 3 m¹. À titre d'exemple, la Figure 6 ci-dessous présente le profil en travers du site dans le sens W (Province-Paris) au droit de l'ouvrage du RER A.

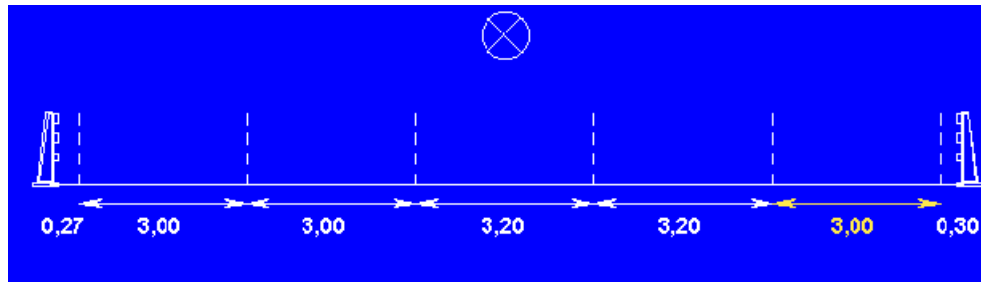


Figure 6 : Profils en travers du site au droit de l'ouvrage du RER A, après aménagement

Une image du site après aménagement est fournie à la Figure 7.



Figure 7 : Le site A4-A86 après aménagement

¹ Compte tenu du fait que le pourcentage de PL est faible sur cette section d'autoroute, la largeur d'une voie a été définie à 3 m pour voies VL, à 3.2 m pour voies PL et à 3 m pour la voie auxiliaire.

Cette configuration reste, comme précédemment, caractéristique d'une section d'entrecroisement de type III.

Pour souligner la différence d'usage de la voie auxiliaire par rapport à une voie de circulation ou une bande d'arrêt d'urgence et pour manifester aux usagers le caractère spécifique de la zone, la voie auxiliaire est identifiée par un traitement particulier du marquage et des enrobés d'une couleur différente du reste de la chaussée. Le revêtement est d'une couleur claire. Par ailleurs, le revêtement de l'ensemble de la chaussée a été refait avec des enrobés acoustiques performants afin de réduire l'impact du bruit de roulement.

Les glissières mobiles d'affectation (GMA)

Des glissières mobiles de sécurité (GMA) sont installées à droite de la voie auxiliaire dans l'alignement des dispositifs de retenue. Au moment de la fermeture de la voie, la glissière pivote autour de son extrémité amont, jusqu'à constituer un biseau de rabattement occupant la presque totalité de la voie auxiliaire. Ce dispositif de fermeture se répète aux endroits clés de la section afin que, de tout point du tracé, les usagers les aperçoivent et soient ainsi dissuadés de l'emprunter. Dans chaque sens de circulation, le premier dispositif rencontré est long de 69 mètres et les suivants de 25 mètres.



Figure 8 : Glissière mobile d'affectation

Un prototype de glissière a été testé entre juin et octobre 2004, hors circulation sur un site expérimental à Champigny. Un fonctionnement continu d'un cycle toutes les 6 minutes, équivalent à environ 20 années d'utilisation intensive en conditions réelles, a permis de tester sa résistance et de garantir ainsi sa pérennité.

Des mesures d'accompagnement

Des mesures d'accompagnement ont permis la modification des profils en travers des insertions existantes dans le but de favoriser l'écoulement en amont. Ils portent sur l'aménagement de l'autoroute avec incidence sur deux bretelles :

- sur A86 extérieure, en provenance du pont de Maisons-Alfort (N19) ;
- et en provenance de Champigny-sur-Marne, « les Boullereaux » vers A4 en direction de Paris avec la création d'une 5^{ème} voie collectrice vers la A86 extérieure.

La surveillance

Les fonctions de sécurité sont renforcées grâce à des caméras de détection automatique des incidents (DAI) (6 caméras dans le sens Province - Paris et 4 en sens opposé). L'arrêt des véhicules sur la voie auxiliaire et sur les autres voies peut ainsi être détecté et entraîner sa fermeture.

Enfin, quatre radars de contrôle des vitesses complètent le dispositif. Ils sont installés sur l'autoroute A4 :

- dans le sens Paris Province au PR 7,244 dans la Commune de Champigny sur Marne ;
- en direction de Paris au PR 5,058 dans la commune de Paris XII.

La vitesse limite réglementaire est fixée à 90 km/h.

La stratégie d'exploitation

L'objectif de la voie auxiliaire est de traiter à la fois la congestion récurrente (excès de demande) et la congestion accidentelle (incidents, accidents, travaux perturbants). Une signalisation verticale dynamique, constituée de la superposition de panneaux à messages variables (PMV) et de signaux d'affectation de voie (SAV), avertit les usagers de l'ouverture ou de la fermeture de la voie auxiliaire. Les conditions d'ouverture et de fermeture sont asservies, non pas à une plage horaire fixe, mais aux vitesses et aux taux d'occupation observés en amont et en aval du tronçon commun.

En mode nominal, l'ouverture de la voie auxiliaire anticipe la congestion récurrente et prévient la formation de bouchons en amont du tronçon commun. Les ouvertures et fermetures des voies auxiliaires sont actionnées depuis le PC de Champigny sur les critères suivants :

- un critère « trafic » portant sur les taux d'occupation (TO) relevés en amont du tronçon commun ($TO_{ouverture} = 20\%$; $TO_{fermeture} = 15\%$) ;

- un critère « sécurité » portant sur les vitesses d'écoulement dans les tunnels sous-fluviaux de Nogent en aval du site ($V_{\text{saturation}} = 15 \text{ km/h}$).

La voie auxiliaire peut être ouverte exceptionnellement pour traiter les conséquences d'un événement de trafic particulièrement perturbant (au moins 1 voie de circulation neutralisée par l'incident de trafic) survenu sur le tronc commun ou en amont de celui-ci. L'objectif est d'accélérer le retour des conditions de circulation à la normale. Cette ouverture doit rester compatible avec les nécessités d'acheminement des services de secours aux usagers, et avec la configuration d'occupation des voies au droit de l'incident. La voie auxiliaire est également ouverte pour améliorer l'écoulement de la circulation en cas de travaux perturbants (neutralisation des voies de gauche).

Un taux d'occupation durablement inférieur à 15% sur les 2 branches amont du tronc commun déclenche la fermeture de la voie auxiliaire. Ce critère de fermeture est encore empirique. L'opérateur doit s'assurer de l'absence de congestion sur le tronc commun et sur les 2 branches amont.

Des panneaux d'information statiques rappellent aux usagers le caractère expérimental de la zone et décrivent le mode de fonctionnement des GMA.

Des panneaux d'information dynamique (PID) précisent, quelques centaines de mètres en amont de la zone, l'état de la voie : ouverte, fermée, ou fermeture en cours.

2 LA QUALIFICATION ET LA SÉLECTION DES DONNÉES

Ce chapitre dresse le bilan des traitements effectués afin d'extraire de la base des différentes données disponibles des échantillons représentatifs destinés à l'évaluation des impacts sur le niveau de service de circulation.

2.1 Qualification des données brutes

Le recueil des données est fourni par une station de mesure à boucles électromagnétiques équipant chacune des voies de circulation. La station est localisée au pr 7.05 dans le sens Province-Paris (W) et au pr 6.14 dans le sens Paris-Province (Y).

La qualification des données brutes s'appuie sur les mesures débit - taux - vitesse (QTV 6 min) par sens relevées durant les mois d'avril à juin 2003 pour la caractérisation de la situation « avant aménagement ».

Pour la situation « après aménagement », des données de trafic par voie des mois d'avril à juin 2006 ont été agrégées pour obtenir les valeurs par sens. L'agrégation des données a été réalisée en distinguant deux modes d'exploitation : voie auxiliaire ouverte (5 voies de circulation) et voie auxiliaire fermée (4 voies de circulation+ BAU). La qualification des données brutes pour la situation après aménagement repose sur les données (QTV 6 min) ainsi agrégées.

Les tests réalisés pour chaque séquence QTV 6 min sont les suivants :

- Absence de données ;
- Sur-comptage sur les débits, avec $Q_{max} = 300 \text{ véh/voie/6 min}$;
- Capteur bloqué à un niveau haut ou bas sur le taux d'occupation $TO = 0\%$ ou $TO = 100\%$ pour 10 intervalles successifs de 6 min ;
- Vitesse excessive, avec $V_{max} > 150 \text{ km/h}$
- Combinaison débit et taux d'occupation incompatible
- $Q = 0$ et $TO \neq 0$ ou $TO \neq 100\%$
- $Q \neq 0$ et $TO = 0$ ou $TO = 100\%$.

2.2 La sélection des données

Des conditions de circulation peuvent être déclarées « atypiques » selon les conditions météorologiques et l'occurrence d'incidents. Cette dernière catégorie inclut, entre autres, les accidents de la circulation, les fermetures d'axes routiers ou encore la présence de travaux.

Indicateur des conditions météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques s'appuie sur des données historiques de la station météorologique de la région Île-de-France située à Orly.

En fonction de l'intensité pluviométrique, l'indicateur des conditions météorologiques peut admettre deux modalités :

- Bonne, correspondant à une absence de précipitation ;
- Pluie, correspondant à des précipitations d'une durée totale supérieure à 30 minutes.

Les jours pour lesquels l'analyse des données météorologiques révèle la présence de pluie sont exclus de l'échantillon des données.

Indicateur « Incident de circulation »

L'analyse des fichiers « incidents » de la base de données de la DIRIF permet d'identifier les incidents survenant pendant la période d'étude et ayant des conséquences sur les conditions de circulation du tronç commun A4-A86.

L'indicateur « Incident de circulation » est déclaré « vrai » lorsqu'il existe au moins un incident susceptible d'influencer le trafic sur le site. Les jours pour lesquels l'indicateur est vrai sont également exclus de l'échantillon des données. Les jours avec incident sur la zone d'influence du tronç commun sont retirés de l'échantillon .

2.3 La constitution des échantillons

La constitution des échantillons repose sur la sélection des jours. Cette sélection s'effectue à l'aide des critères suivants :

- Jour ouvrable ;
- Taux de disponibilité des données QTV 6 min > 80% ;
- Valeur de l'indicateur des conditions météorologiques : bonne ;

- Absence d'incident.

Ainsi, pour un sens de circulation donné - sens W ou sens Y - et pour une configuration donnée - « avant » ou « après » :

- pour la configuration « avant », un jour n'est retenu que lorsque ces critères sont simultanément satisfaits ;
- pour la configuration « après », un jour n'est retenu que lorsque ces critères sont simultanément satisfaits et que la voie auxiliaire est ouverte à la circulation pendant une certaine période.

Avec les contraintes précédentes, quatre échantillons sont alors constitués.

Le **Tableau 1** fournit le détail de la composition des deux échantillons « avant » et « après » pour le sens Province-Paris. Le **Tableau 2** concerne le sens Paris-Province.

Tableau 1 : Échantillons de jours, sens Province-Paris (W)

Avant aménagement (4 voies +BAU)	Période	avr-03	mai-03	juin-03	Total
	Nb jours retenus	0	4	13	17
Après aménagement (5 voies)	Période	avr-06	mai-06	juin-06	Total
	Nb jours retenus	13	16	5	34

Tableau 2 : Échantillons de jours, sens Paris-Province (Y)

Avant aménagement (4 voies +BAU)	Période	avr-03	mai-03	juin-03	Total
	Nb jours retenus	14	13	12	39
Après aménagement (5 voies)	Période	avr-06	mai-06	juin-06	Total
	Nb jours retenus	10	14	5	29

Pour la configuration « après », avec des jours sélectionnés et des horaires d'ouverture de la voie auxiliaire, trois sous-échantillons ont été constitués pour chaque sens de circulation :

- un échantillon pour l'ensemble des voies, sans distinction de l'ouverture ou de la fermeture de la voie auxiliaire ;
- un échantillon pour l'ensemble des voies, avec la voie auxiliaire ouverte ;
- un échantillon pour l'ensemble des voies, avec la voie auxiliaire fermée.

2.4 Durée d'ouverture journalière

On fournit ci-après les principaux indicateurs statistiques relatifs à la durée d'ouverture journalière de la voie auxiliaire. Ces informations sont obtenues en exploitant des données de trafic avec ouverture de la voie auxiliaire pour la période allant du 1 avril 2006 au 31 juin 2006.

Tableau 3 : Durée d'ouverture de la voie auxiliaire

		Jour ouvrable		Samedi		Dimanche	
		Sens W	Sens Y	Sens W	Sens Y	Sens W	Sens Y
Taille de l'échantillon (jours)		32	28	10	11	14	10
Durée d'ouverture (minutes/jour)	Min	90	54	48	102	72	36
	Max	558	396	534	330	312	384
	Moyenne	298	236	236	224	196	196
	Ecart type	102	92	126	86	64	133
	Médiane	288	234	204	216	198	198

*** Informations obtenues à partir des données de trafic d'avril, mai et juin 2006

Les jours ouvrables des trois mois de l'année 2006, on retiendra, pour l'essentiel, une durée journalière moyenne d'ouverture proche de 5 heures en direction de Paris (W) et de 4 heures dans le sens opposé. Les samedis, la voie auxiliaire est ouverte en moyenne 4 heures pour le sens W et 3 heures 45 minutes pour le sens opposé. Les dimanches, on observe une même durée d'ouverture de 3 heures 20 minutes environ dans les deux sens de circulation.

3 LE SCHÉMA D'ÉVALUATION EN 12 ÉTAPES

Il se fonde sur la méthode en 12 étapes, recommandée dans les évaluations d'impact des projets d'exploitation et de télématique routière [Cohen, 2000]. Nous en rappelons ci-après brièvement la liste :

1). Définition du système à évaluer

Dans le cas présent, le système à évaluer est constitué par le tronc commun A4-A86, muni de ses divers dispositifs d'exploitation et de sécurité.

2). Définition du type de comparaison

La comparaison est de type avant-après. Il n'y a pas de facteurs rédhitoires dont la variation implique que la comparaison ne peut raisonnablement être pertinente. De plus, les facteurs contextuels sont bien pris en compte.

3). Définition des indicateurs et des critères correspondant

L'évaluation d'impact abordée ici est circonscrite au niveau de service de circulation. Les indicateurs d'évaluation caractérisent donc ce niveau de service sur le tronc commun. Les critères de réponse choisis concernent donc la capacité, la vitesse et le niveau de congestion. Ce dernier est quantifié par le volume d'encombrement.

4). Définition des blocs de contexte

Compte tenu des opérations de constitution des échantillons, les blocs de contexte correspondent aux jours ouvrables, sans incidents et sans précipitations.

5). Définition des interactions entre le système et les blocs de contexte

A priori, le système n'est pas susceptible de modifier le découpage adopté en blocs de contexte.

6). Définition des moyens de mesure des critères de réponse

Il s'agit des stations de mesure du système SIRIUS et de la station implantée sur le tronc commun.

7). Traitement de la réponse

C'est l'objet des chapitres suivants.

8). Définition du site de test

Il a été en partie caractérisé au chapitre précédent. Notons cependant que pour le critère d'encombrement, la zone d'influence étudiée est plus importante que la seule section d'entrecroisement. Elle inclut en effet plusieurs axes supplémentaires, décrits au dernier chapitre du document.

9). Considérations statistiques

La taille des échantillons de données semble suffisante pour étudier les variations statistiques relatives aux critères retenus. Rappelons en effet que chaque journée de mesure, entre 6h et 22h, comprend 160 triplets QTV 6 min.

10). Planning de l'expérience

Il repose sur les éléments des tableaux 1 et 2.

11). Analyse de la robustesse du test

Compte tenu des filtres utilisés pour la sélection des échantillons, il semble raisonnable d'admettre que les perturbations éventuelles ont été identifiées et traitées.

12). Organisation pratique

Sans objet.

4 LA CAPACITÉ DU TRONC COMMUN A4-A86

Ce chapitre aborde l'estimation de la capacité du tronç commun A4-A86. Par rapport au schéma méthodologique décrit précédemment, le chapitre traite de l'étape n° 7 correspondant au traitement de la réponse. Toutes les configurations sont analysées avant et après aménagement. Deux méthodes sont retenues pour les estimations. Dans un premier temps, cet indicateur est approché à partir de la distribution des débits maximaux. Par la suite, la méthode classique de calibrage des courbes débit-vitesse est employée pour fournir une autre estimation, comparée à la première.

4.1 Quantiles de la distribution des débits maximaux

La capacité est appréhendée à partir de la distribution des quantiles des débits horaires maximaux. Les mesures de base sur des séquences de 6 min permettent de déterminer - pour chaque journée exploitable - les débits horaires maximaux, sur la base de moyennes glissantes. La capacité est assimilée au quantile d'ordre 75 de la distribution.

RÉSULTATS

Les figures suivantes présentent la distribution des quantiles des débits horaires maximaux pour les 2 sens de circulation.

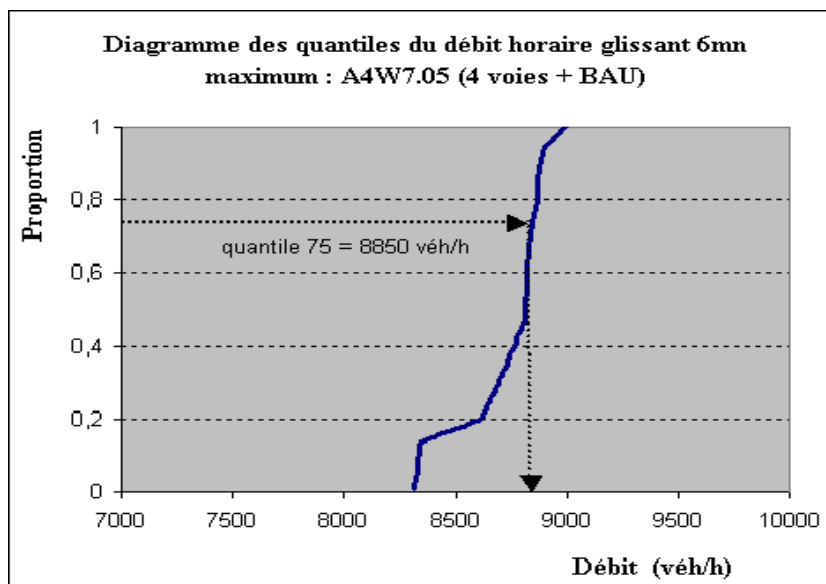


Figure 9 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Province-Paris, avant aménagement

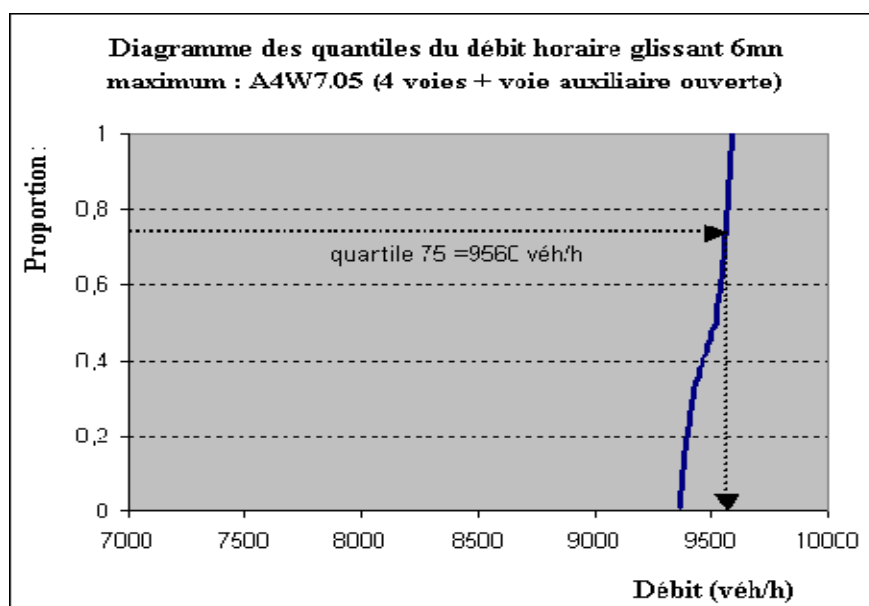


Figure 10 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Province-Paris, après aménagement

Les Figure 11 et Figure 12 présentent les résultats pour le sens Y.

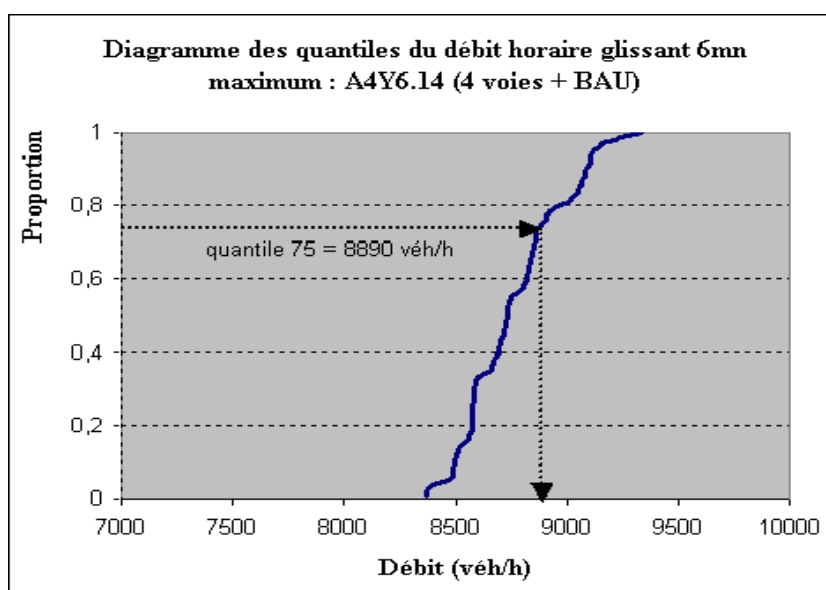


Figure 11 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Paris-Province, avant aménagement

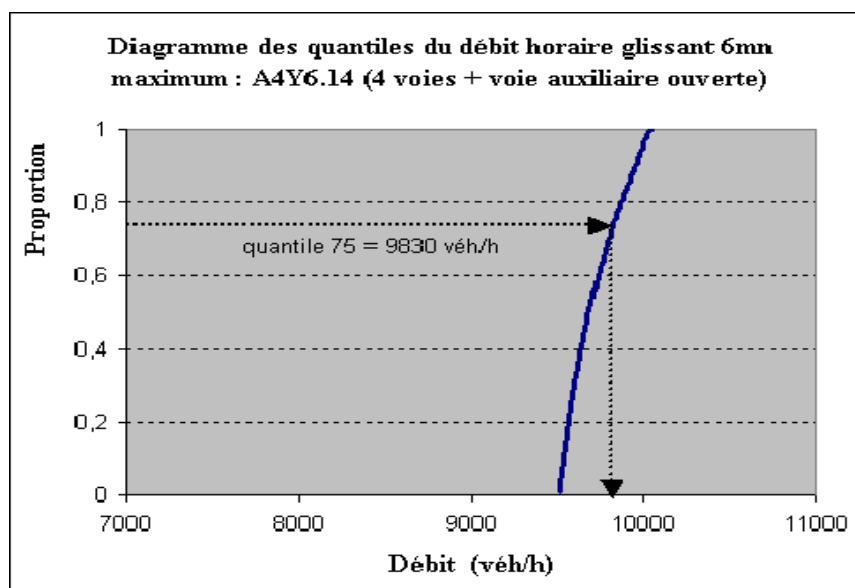


Figure 12 : Quantiles des débits horaires maximaux, chaussée (station), sens Paris-Provence, après aménagement

Comparaison des débits horaires de pointe

Le Tableau 4 présente la comparaison du débit horaire maximum observé sur le tronçon commun après aménagement (2006) par rapport à celui avant aménagement (2003). Les résultats sont ventilés par sens de circulation.

Tableau 4 : Comparaison du débit maximum du tronçon commun A4-A86 aux heures de pointe avant/après aménagement

Débit horaire max (quantile 75, en véh/h)	2003 4 voies + BAU	2006 4 voies + auxiliaire ouverte	Écart (véh/h et %)
A4 W 7.05	8850	9560	710 (8%)
A4Y 6.14	8890	9830	940 (10.6%)

Le gain sur le débit horaire de pointe, résultant de l'utilisation de la voie auxiliaire, est net. Il est de l'ordre de 700 véh/h dans le sens W et de 950 véh/h environ dans le sens Y.

Le Tableau 5 précise la plage horaire pendant laquelle le débit horaire de pointe a été observé dans chaque sens de circulation.

Tableau 5 : plage horaire des débits de pointe

	2003	2006 (VA ouverte)
A4 W	7h à 8h	7h30 à 8h
A4 Y	17h à 20h	17h à 19h

4.2 Le calibrage de la courbe vitesse - débit

Ce calibrage est réalisé pour chaque sens, à partir des données de débit et de vitesse sur des séquences 6 min. Le modèle retenu correspond à la formulation exponentielle généralisée définie par l'expression :

$$V = a \exp (-b k^{\alpha})$$

dans laquelle k désigne la concentration $k = Q/V$ exprimée en véh/km et a , b et α des paramètres déterminés par une technique de régression non linéaire.

À l'issue du calibrage, on déduit les paramètres suivants, caractéristiques du diagramme fondamental :

- Capacité (Cap) en véh/h ;
- Concentration critique (Kcr) en véh/km ;
- Vitesse libre (Vf) en km/h ;
- Vitesse à capacité (Vcap) en km/h ;
- Distance Inter-véhiculaire à capacité (Dicap) exprimée en mètres.

Courbes vitesse/débit calibrées

Sens Province-Paris

Les figures 13 et 14 présentent la courbe vitesse/débit calibrée pour la chaussée dans le sens Province-Paris (sens W), pour les configurations « avant » et « après ».

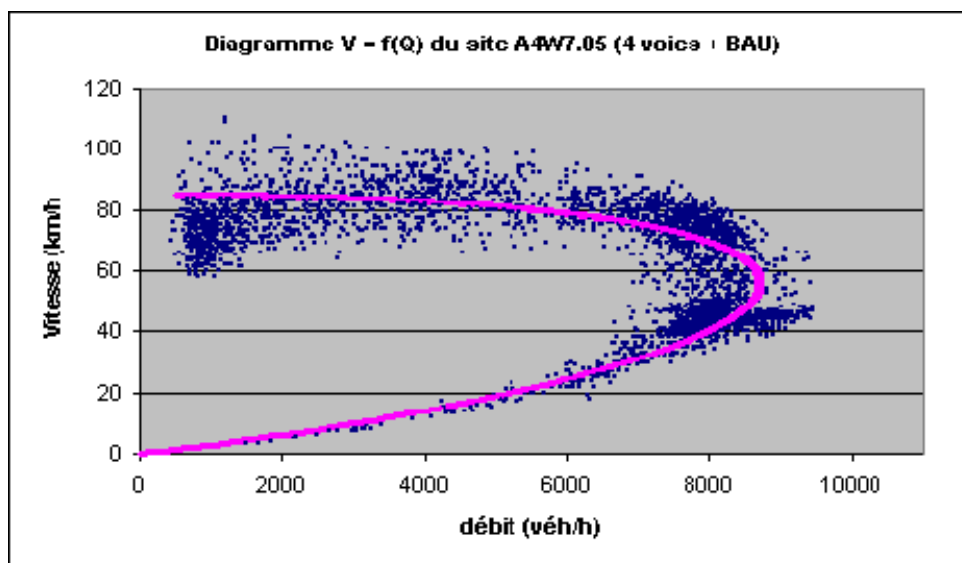


Figure 13 : Courbe vitesse/débit de la station A4W7.05, sens Province-Paris, avant aménagement

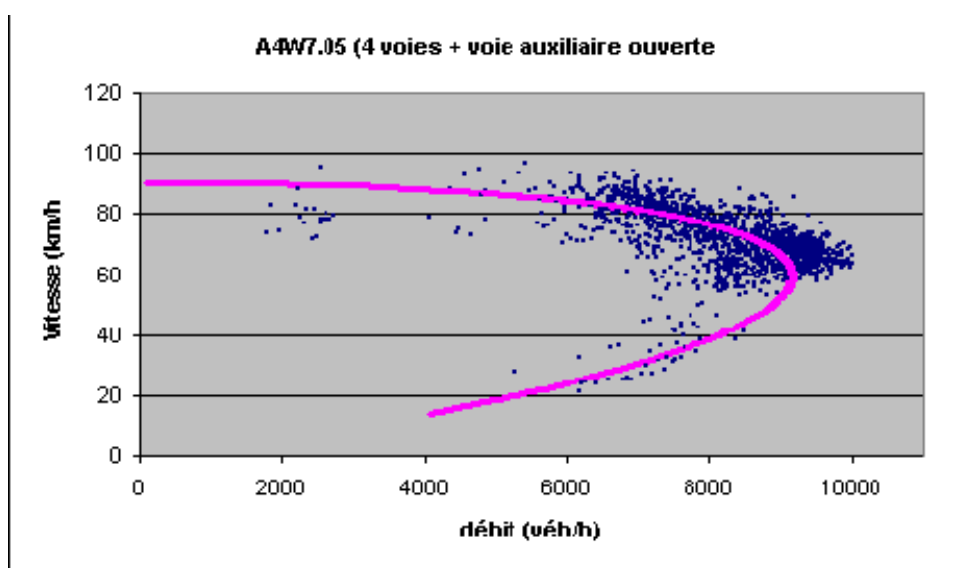


Figure 14 : Courbe vitesse/débit de la station A4W7.05, sens Province-Paris, après aménagement

Sens Province-Paris

Les Figure 15 et Figure 16 présentent les courbes calibrées pour le sens Y.

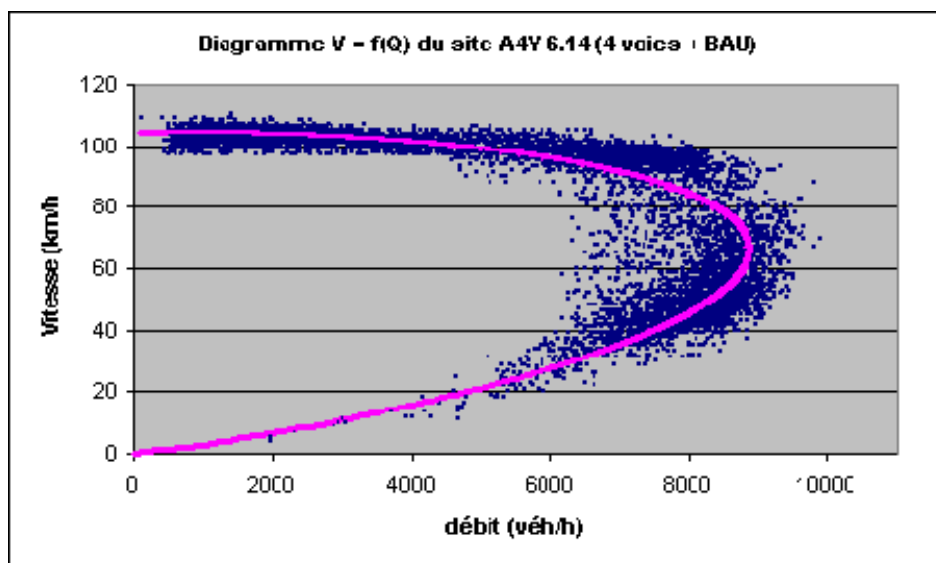


Figure 15 : Courbe vitesse/débit de la station A4Y6.14, sens Paris-Provence, avant aménagement

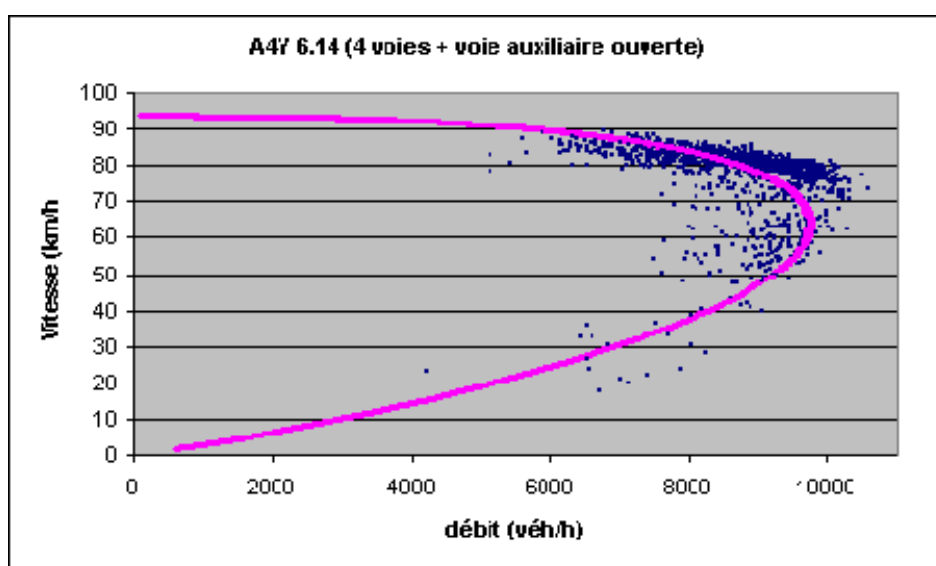


Figure 16 : Courbe vitesse/débit de la station A4Y6.14, sens Paris-Provence, après aménagement

Les seuils de fonctionnement

Le tableau suivant présente les paramètres caractéristiques des courbes vitesse/débit du tronc commun en 2006 pour les deux sens de circulation.

Tableau 6 : Seuils de fonctionnement du tronc commun après aménagement

	Exploitation	Capacité (véh/h)	Vitesse libre (km/h)	Vitesse critique (km/h)
A4W7.05	Auxiliaire fermée (4voies + BAU)	7610	93	63
	Auxiliaire ouverte (5 voies)	9310	90	59
A4Y6.14	Auxiliaire fermée (4voies + BAU)	8180	91	61
	Auxiliaire ouverte (5 voies)	9720	94	64

On remarquera la baisse importante des *débits maximaux* dans les 2 sens (il ne s'agit pas de capacité au sens strict du terme car la voie auxiliaire est ouverte avant d'atteindre le TO critique) lorsque la voie auxiliaire est fermée.

Évolution de la capacité selon la configuration

Le Tableau 7 présente la comparaison des estimations de capacité entre les configuration avant (2003) et après aménagement (2006).

Tableau 7 : Capacité du tronc commun avant et après aménagement (courbes débit/vitesse)

Capacité (véh/h)	2003 4voies + BAU	2006 4 voies + VA ouverte	Écart (véh/h)
A4 W 7.05	8670	9310	640
A4 Y 6.14	8820	9725	905

On retrouve, dans les 2 sens, pratiquement les mêmes écarts que ceux issus de la comparaison des débits horaires maximaux, c'est-à-dire 650 véh/h en direction de Paris et 900 véh/h environ dans le sens opposé.

Capacité actuelle avec voie auxiliaire fermée

Il est intéressant d'analyser le fonctionnement du tronc commun dans sa configuration actuelle, lorsque la voie auxiliaire est fermée toute la journée. L'exploitation des données de trafic correspondantes révèle que la capacité atteinte durant ces journées reste inférieure à celle qui prévalait en 2003 dans la configuration antérieure.

Cette conclusion, issue de l'analyse des débits horaires maximaux est corroborée par le calibrage des courbes débit-vitesse.

Le tableau suivant résume les divers résultats issus de ces traitements statistiques.

Tableau 8 : Caractéristiques du tronc commun en 2006 avec la voie auxiliaire fermée en permanence

	Configuration	Capacité (véh/h)	Quantile 75 des débits horaires maximaux (véh/h)
A4 W7.05	4 voies + voie auxiliaire fermée en permanence	7500	7600
A4 Y 6.14	4 voies + voie auxiliaire fermée en permanence	8100	8140

Ainsi, lorsque la voie auxiliaire est fermée toute la journée, le tronc commun A4-A86 est donc loin d'atteindre la capacité nominale de 8900 véh/h environ qui prévalait jusqu'en 2003. Le nombre de jours en 2006 pendant lesquels la voie auxiliaire est fermée en permanence (9 jours pour le sens W et 6 jours pour le sens Y) semble, a priori, suffisant pour estimer cette capacité.

La conjugaison de deux effets ci-dessous pourrait être à l'origine de cette baisse de capacité :

- la réduction de la largeur des voies ;
- la conception géométrique du système, optimale lorsque la voie auxiliaire est ouverte et non pas fermée.

5 L'IMPACT SUR LES VITESSES PRATIQUÉES

On présente ici les variations relatives aux indicateurs de vitesses, résultant des modifications opérées sur l'ensemble de l'aménagement. Rappelons que seules sont disponibles les mesures de vitesse moyenne temporelles enregistrées par séquence de 6 min.

Trois points précis sont traités. Le premier concerne les vitesses libres. Le second est relatif aux vitesses moyennes temporelles (locales). Le troisième concerne la vitesse moyenne (inverse du temps de parcours) sur des itinéraires empruntant le tronçon commun.

5.1 Impact sur les vitesses libres

La vitesse libre (ou maximum) correspond à celle observée à très faible débit. Dans le cas présent, elle est estimée à partir d'un calibrage préalable de la courbe débit-vitesse. Compte tenu de la formulation adoptée, décrite au chapitre précédent, la vitesse libre correspond au paramètre « a » de la formule exponentielle généralisée.

Les résultats obtenus se déclinent dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Vitesses libres sur le tronçon commun A4-A86

Site	Configuration	Exploitation	Vitesse libre (km/h)
A4 sens W PR 7.05	Avant	4 voies + BAU	93
	Après	VA fermée (4 voies + BAU)	93
		VA ouverte (5 voies)	90
A4 sens Y PR 6.14	Avant	4 voies + BAU	94
	Après	VA fermée (4 voies + BAU)	91
		VA ouverte (5 voies)	93

À faible circulation, la comparaison avant-après fournit les éléments d'appréciation suivants :

Dans le sens W vers Paris, la vitesse libre ne varie pas quand la voie auxiliaire est fermée par rapport à la configuration « avant ». Elle passe de 93 km/h à 90 km/h quand la voie auxiliaire est ouverte mais cet écart se révèle non significatif.

Dans le sens Paris-Provence Y, la vitesse libre passe de 94 km/h à 91 km/h avec la voie auxiliaire fermée par rapport à la configuration « avant ». Elle varie peu, 94 à 93 km/h, avec la voie auxiliaire ouverte.

Globalement, l'utilisation de la voie auxiliaire du tronc commun n'induit aucune modification notable des vitesses libres.

5.2 Évolution de la vitesse moyenne locale sur le tronc commun A4-A86

Les données correspondent aux mesures de vitesse, par séquence de 6 min, issues des deux stations de mesure situées sur le tronc commun (au PR7.05 pour le sens W vers Paris et au PR6.14 pour le sens Y vers Province). On analyse la situation moyenne sur le tronc commun, pour l'ensemble des jours d'observation, durant la période 6h-22 h.

L'exploitation statistique fournit les indications suivantes.

Tableau 10 : Caractéristiques des vitesses moyennes 6 min

Vitesse moyenne (km/h, base 6 mn)	Sens W avant	Sens W après	Sens Y avant	Sens Y après
Minimum	39.9	58.8	52.6	55.4
Maximum	85.6	92.2	104.0	92.5
Moyenne	57.7	71.9	72.1	71.0
Écart type	11.5	7.9	15.4	9.8

Les chroniques suivantes illustrent l'évolution moyenne au point de mesure sur le tronc commun avec un incrément de base de 6 min. Ainsi, pour la période 6h-22h, la moyenne des vitesses s'améliore dans le sens W, passant de 58 à 72 km/h. Dans le sens Y, la variation constatée va de 72 à 71 km/h.

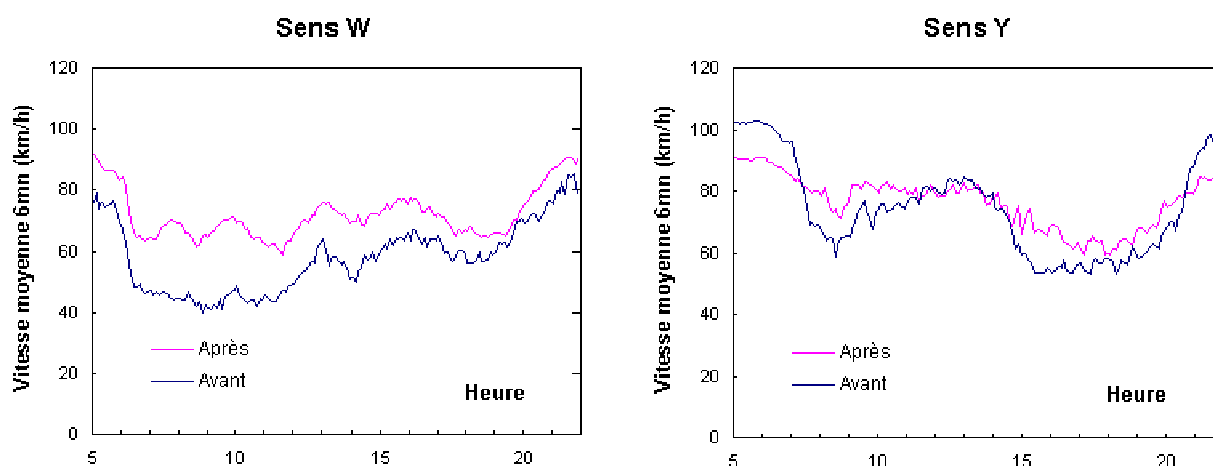


Figure 17 : Évolution de la vitesse moyenne locale (base 6 min) sur le tronc commun A4-A86

Pour les deux sens de circulation, on note bien l'effet des radars avec une limitation de vitesse à 90 km/h. En effet, la vitesse moyenne mesurée par pas de 6 minutes ne dépasse pas 90 km/h dans la nouvelle configuration actuelle.

Dans le sens Province-Paris, on observe une amélioration de la vitesse locale pour toute la période de 5h à 22h avec un écart plus important aux heures de pointe du matin (de l'ordre de 20 km/h).

Pour le sens Paris-Province, la vitesse moyenne locale est aujourd'hui supérieure à celle avant aménagement d'environ 10 km/h aux heures de pointe du matin et du soir.

5.3 La vitesse moyenne sur itinéraires

La présente analyse, à la différence des cas précédents, de nature ponctuelle, revêt un caractère plus spatial, puisqu'elle se rapporte à divers itinéraires empruntant le tronçon commun A4-A86. Ces itinéraires concernent la zone d'influence du tronçon commun. Ils font également l'objet de l'analyse cartographique.

Les itinéraires considérés sont les suivants :

- sur A4, de Bercy à Noisy-Le-Grand ;
- sur A86 Nord, de Rosny à A4 ;
- sur A86 Sud, de A4 à carrefour Pompadour

pour chaque sens de circulation.

La vitesse moyenne est alors définie par un ratio du type longueur/temps. Ce ratio correspond à la fraction du ***nombre total de véh.km effectués au nombre total de véh.h passés en circulation.***

Les résultats de la comparaison avant/après se déclinent ainsi.

Tableau 11 : Vitesses moyennes journalières par itinéraires

Itinéraire	Vitesses moyennes (km/h)	
	Avant	Après
A4W	63	70
A4Y	74	77
A86 Nord intérieur	44	47
A86 Nord extérieur	40	30
A86 Sud intérieur	59	62
A86 Sud extérieur	41	40

Ces éléments soulignent les améliorations obtenues sur l'itinéraire A4 dans les deux sens de circulation ainsi que sur l'A86 nord et sud dans le sens intérieur. En revanche, on observe une légère dégradation dans le sens extérieur sur A86 nord et A86 sud. Cette dégradation résulte vraisemblablement du surcroît de trafic dû à l'ouverture de la voie auxiliaire, lors de la pointe du soir, et d'une capacité d'écoulement insuffisante de la A86 en aval du tronc commun.

6 L'IMPACT SUR LE NIVEAU DE SERVICE DE CIRCULATION

Ce chapitre présente les caractéristiques du niveau de service de circulation observé avant et après aménagement du tronc commun.

6.1 L'approche niveau de service de circulation (NSC)

Rappel sur la définition de 4 niveaux de service de circulation

La notion de niveau de service de circulation (NSC) s'applique à l'ensemble des voies de la chaussée par sens. Il s'agit là d'un concept global faisant référence aux conditions de circulation observées sur l'ouvrage, pour un sens de circulation donné. Les travaux entrepris en France sur ce thème conduisent à adopter la nomenclature suivante fondée sur 4 niveaux (au lieu de 6 dans le Manuel américain des capacités HCM) :

- **Niveau de service 1 (NSC_1)** : il correspond aux niveaux de service A et B (nomenclature HCM) (**trafic fluide**),
- **Niveau de service 2 (NSC_2)** : niveau de service C et D (**trafic de fluide à dense**),
- **Niveau de service 3 (NSC_3)** : niveau de service E (**trafic dense**),
- **Niveau de service 4 (NSC_4)** : niveau de service F (**trafic saturé**).

Seuils de discrimination des niveaux de service

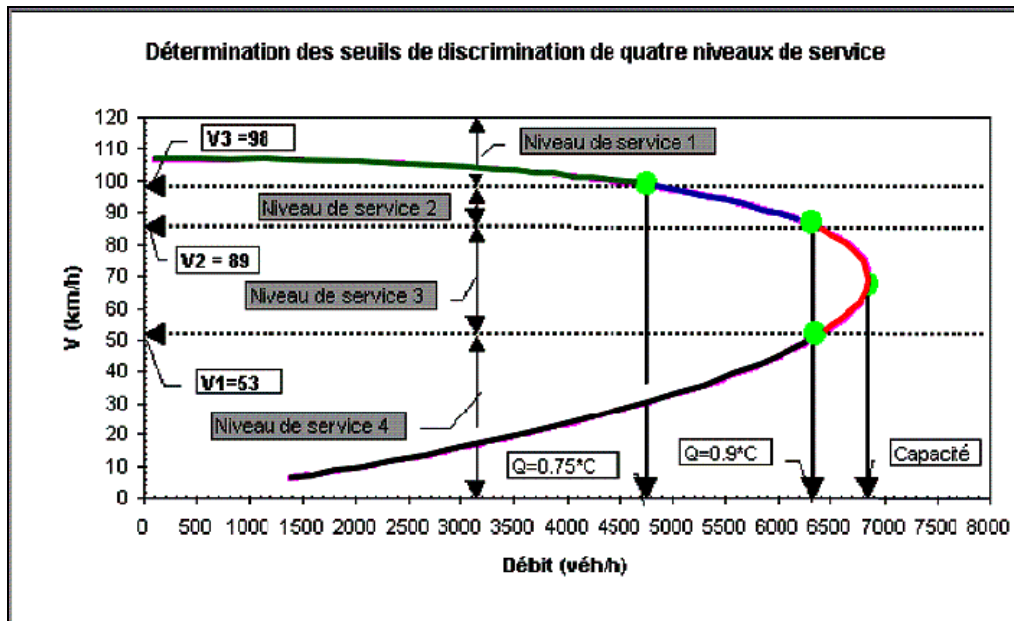


Figure 18 : Principe de détermination des seuils de discrimination des 4 NSC

À partir de la courbe fondamentale $V=f(Q)$ préalablement calibrée, on utilise le seuil de débit correspondant au ratio débit/capacité, c'est-à-dire $(Q/C) = 0.9$ pour déterminer deux seuils de vitesse ($V1$ et $V2$). Le troisième seuil ($V3$) correspond au ratio $(Q/C) = 0.75$.

Répartition temporelle des niveaux de service de circulation (NSC)

Sens Province-Paris

Les figures suivantes présentent la répartition temporelle des niveaux de service pour la chaussée dans le sens Province-Paris (sens W), pour la configuration « avant » à la Figure 19 et pour la configuration « après » à la Figure 20.

On notera que la répartition temporelle des NSC nécessite de se restreindre aux seuls jours pour lesquels le taux de disponibilité des données 6 minutes vaut 100%.

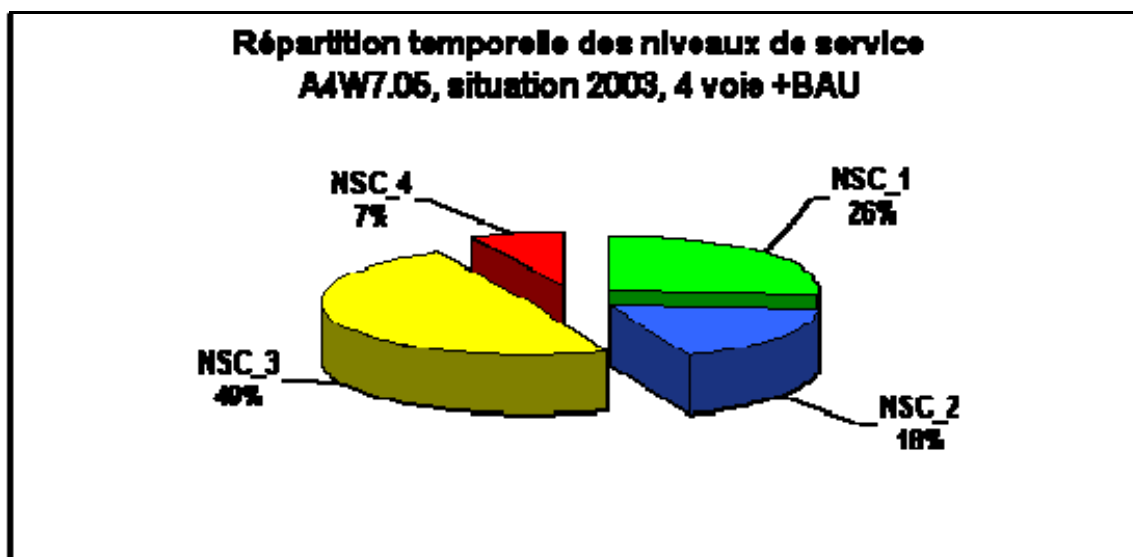


Figure 19 : Répartition temporelle des niveaux de service, jours ouvrables, sens Province-Paris, avant aménagement (données 6mn de 13 jours)

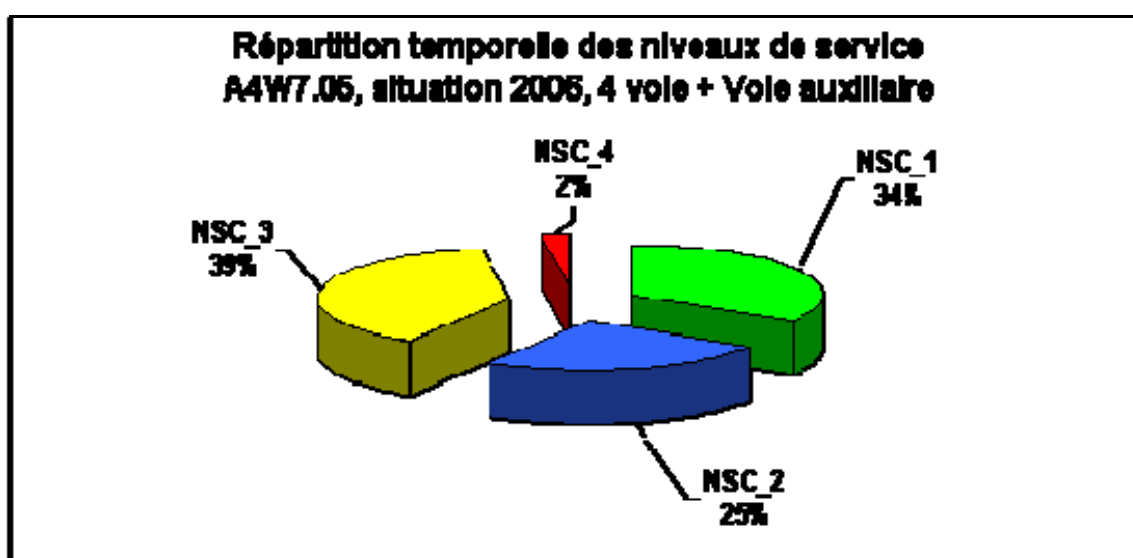


Figure 20 : Répartition temporelle des niveaux de service, , jours ouvrables, sens Province-Paris, après aménagement (données 6mn de 30 jours)

Sens Paris-Province

Les Figure 21 et Figure 22 présentent les résultats pour le sens Y.

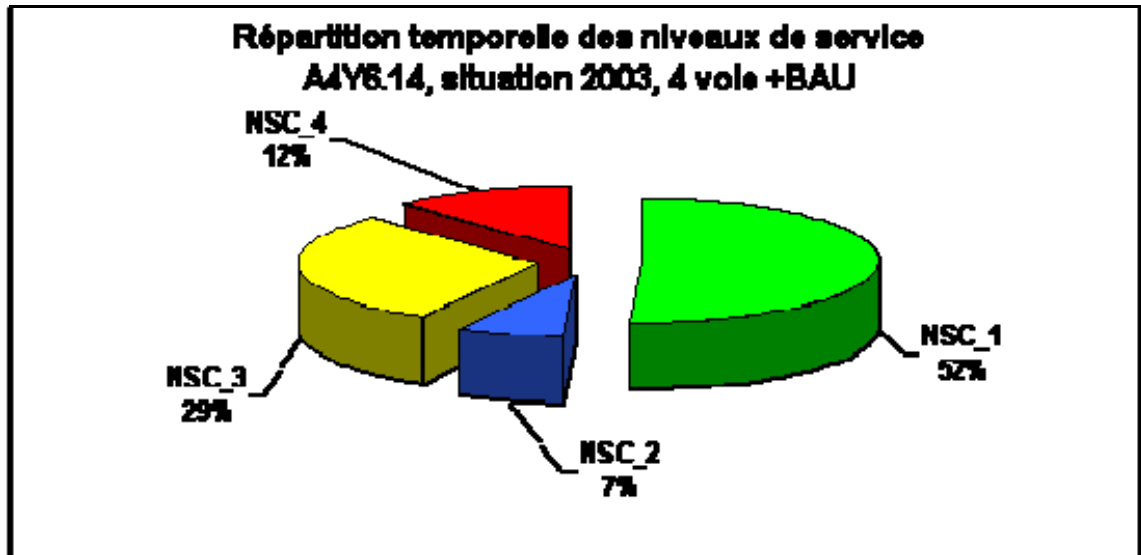


Figure 21 : Répartition temporelle des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, avant aménagement (données 6mn de 22 jours)

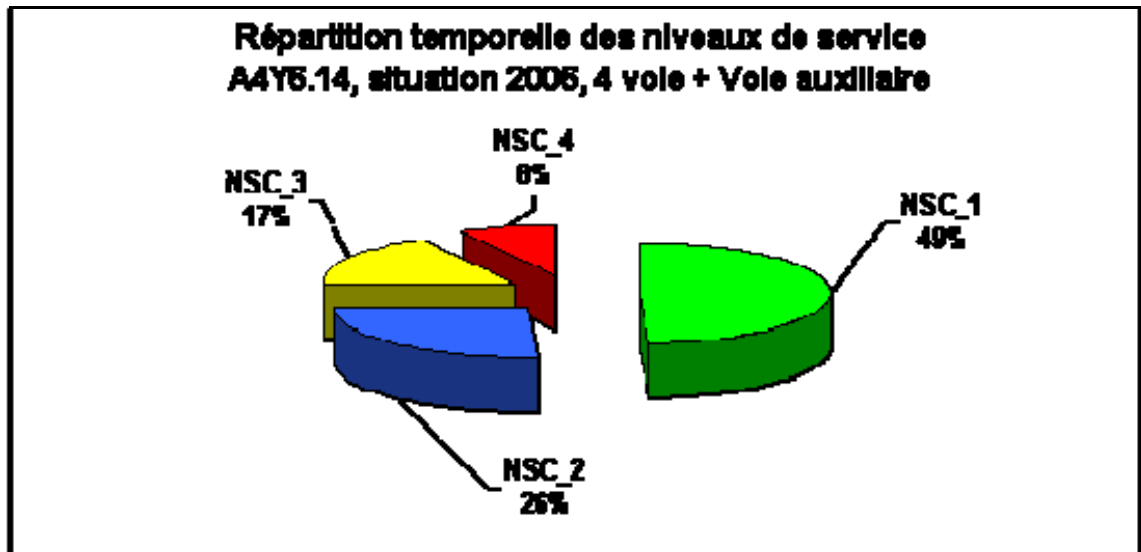


Figure 22 : Répartition temporelle des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, après aménagement (données 6mn de 24 jours)

On notera que, dans le sens Y, la durée de fonctionnement au NSC_1 reste pratiquement stable (de 50% à 49%).

Répartition horaire des niveaux de service de circulation (NSC)

Sens Province-Paris

Les deux figures suivantes présentent la répartition horaire des NSC dans le sens Province-Paris : la **Figure 23** pour la configuration « avant » et la **Figure 24** pour la configuration « après ».

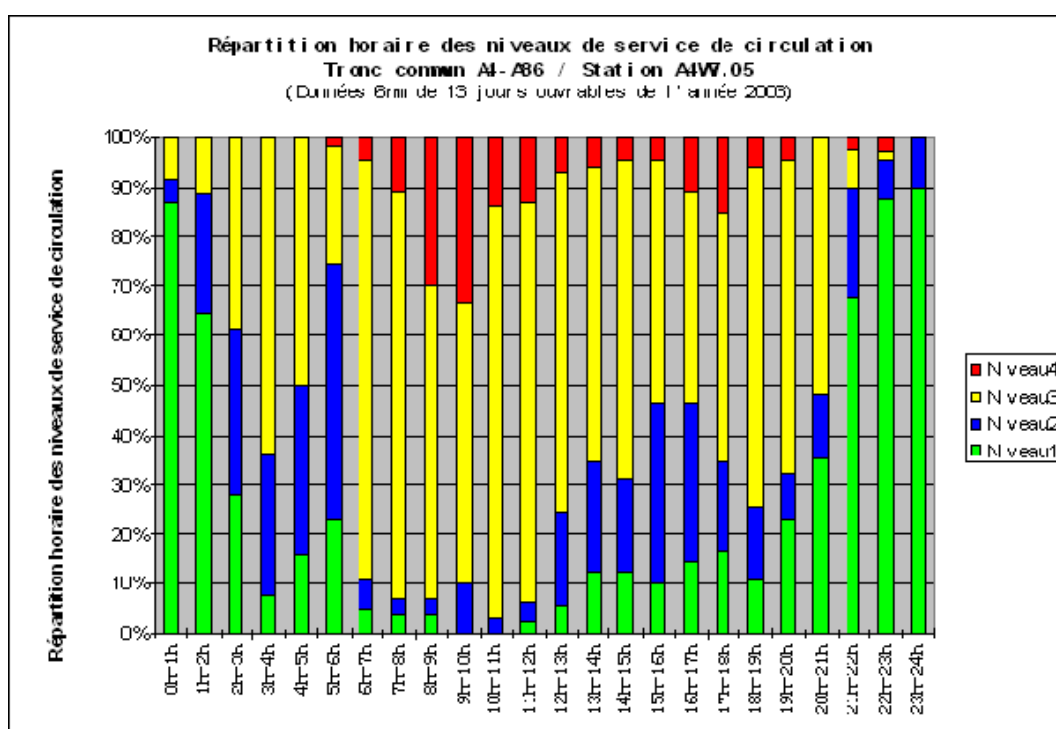


Figure 23 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Province-Paris, avant aménagement

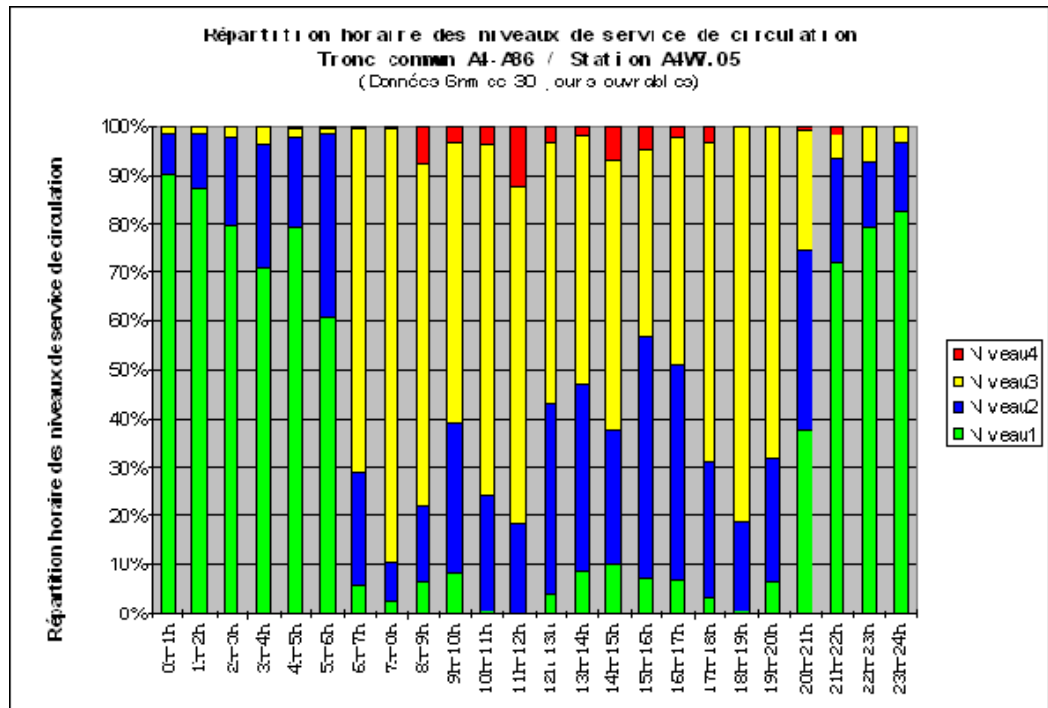


Figure 24 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Province-Paris, après aménagement

Sens Paris-Province

Les Figure 25 et Figure 26 présentent les résultats pour le sens Y.

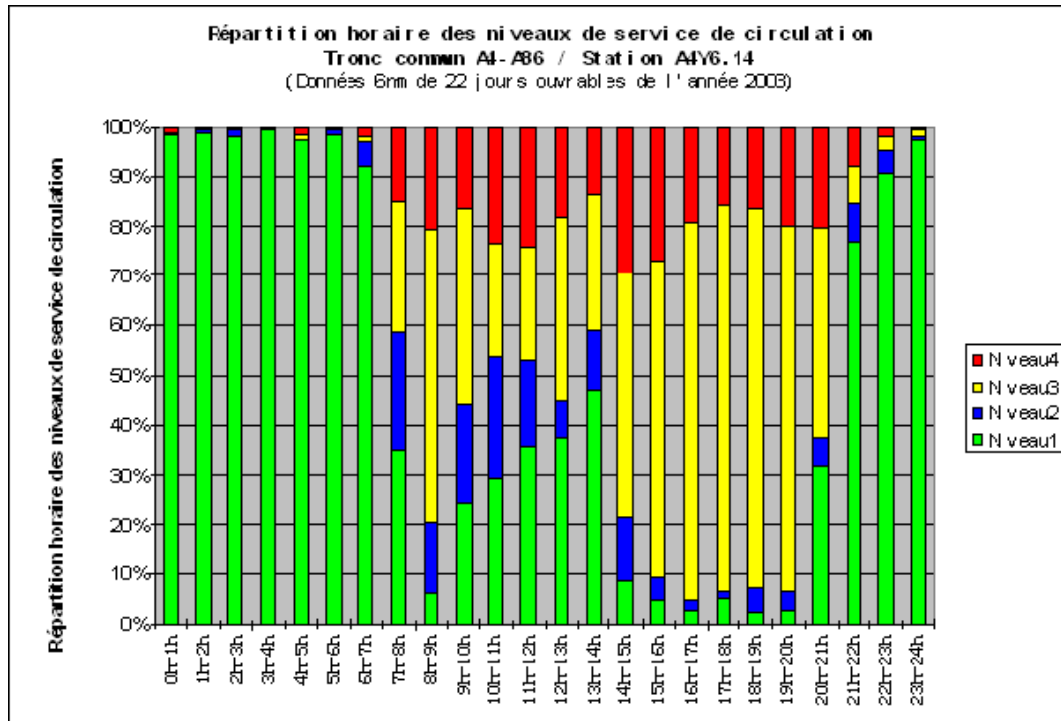


Figure 25 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Province, avant aménagement

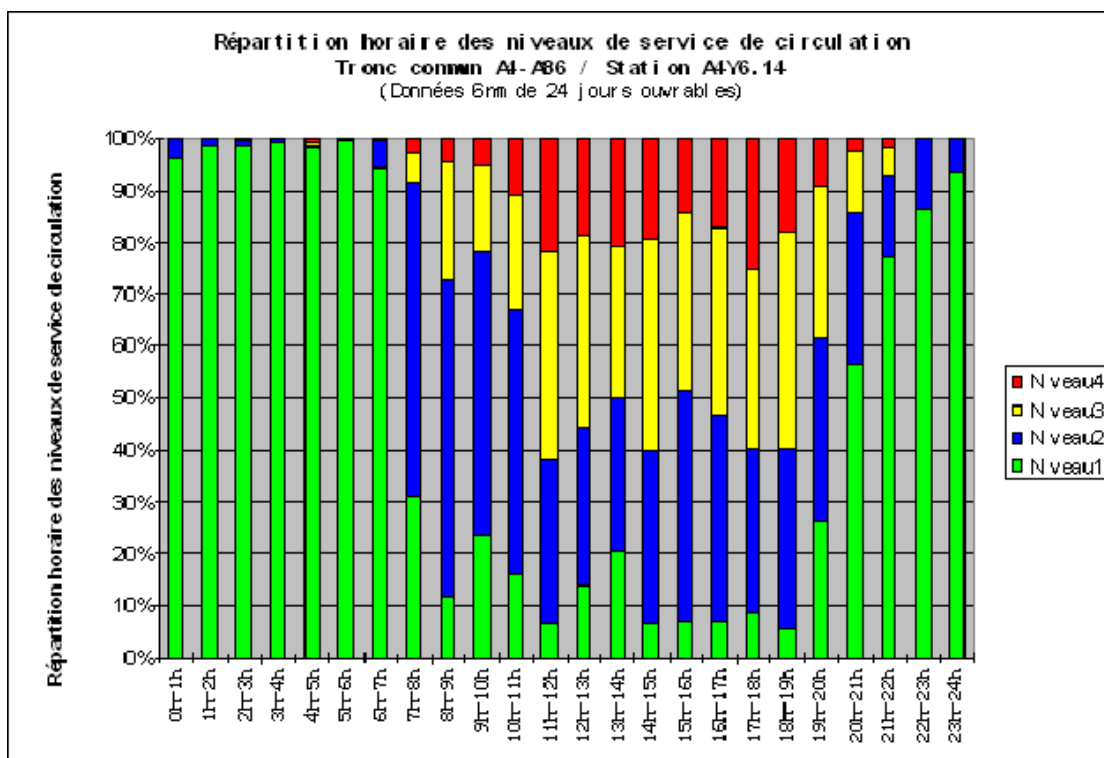


Figure 26 : Répartition horaire des niveaux de service, jours ouvrables, sens Paris-Provence, après aménagement

6.2 Comparaison des niveaux de service de circulation avant / après aménagement

On constate une **nette amélioration** du NSC prévalant sur le tronc commun. L'évolution avant/après se traduit, notamment, par :

- Une augmentation du temps de fonctionnement en NSC_1 et NSC_2, les jours ouvrables :
 - sens W : 58.5% en 2006 contre 44% en 2003
 - sens Y : 65% en 2006 contre 58% en 2003
- Et corrélativement, une réduction du temps de fonctionnement au NSC_4 de congestion :
 - sens W : 2.3% du temps en 2006 contre 7.2% en 2003
 - sens Y : 8% du temps en 2006 contre 12.4% en 2003.

7 LA CARTOGRAPHIE DES ENCOMBREMENTS

Ce chapitre décrit les résultats d'une analyse cartographique, visant à recenser et quantifier les pointes récurrentes observées avant et après aménagement sur le réseau d'influence.

7.1 L'approche cartographique

La cartographie du trafic permet d'élaborer automatiquement des cartes des conditions de circulation. Cette approche recense, sur la section d'entrecroisement et sur sa zone d'influence, les différentes pointes récurrentes de trafic avec leurs caractéristiques de durée, de longueur et d'intensité.

Pour être en mesure de cartographier les niveaux de trafic, la variable d'état vitesse moyenne est utilisée. Quatre niveaux d'encombrement sont alors définis selon les seuils de vitesse : 60, 45, 30 et 15 km/h. La fréquence d'occurrence de ces niveaux est fixée à 50%. Ainsi, pour chaque séquence de 6 min et sur l'ensemble des jours retenus, le niveau d'encombrement apparaît au moins 50% des jours pris en compte.

La zone d'influence considérée est définie par les axes suivants :

- sur A4, de Bercy à Noisy-Le-Grand ;
- sur A86 Nord, de Rosny à A4 ;
- sur A86 Sud, de A4 à arrefour Pompadour.

7.2 Les cartes et l'analyse qualitative

On illustre, pour chaque axe et pour chaque sens de circulation, les cartographies des encombrements entre 0h et 24h, avant et après aménagement du tronc commun.

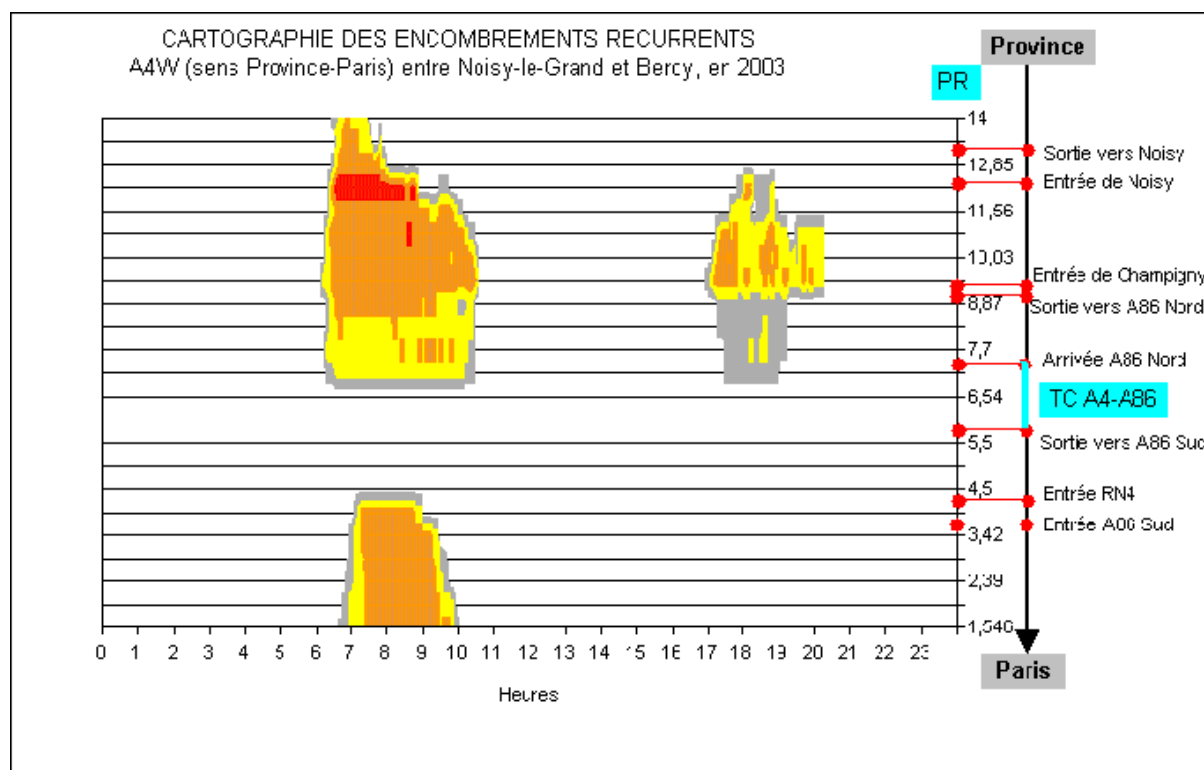


Figure 27: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A4, sens W, entre Noisy-Le-Grand et Bercy

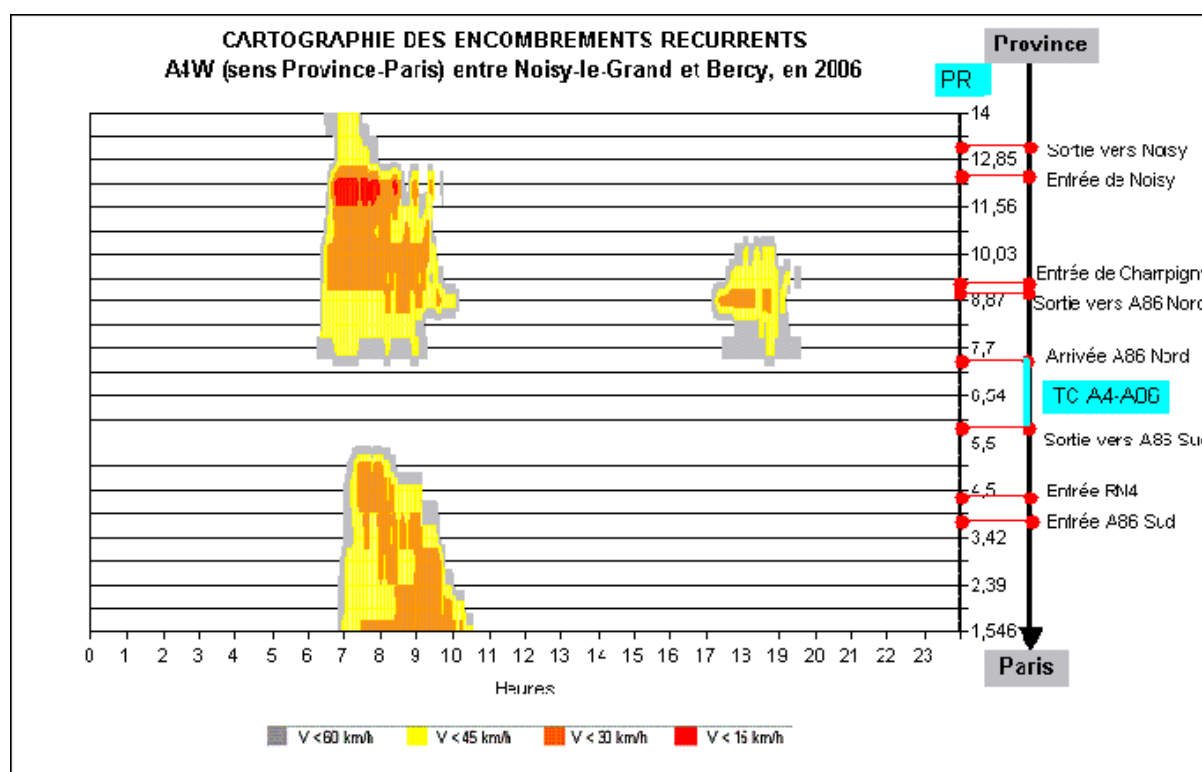


Figure 28 : Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A4, sens W, entre Noisy-Le-Grand et Bercy

Sur l'itinéraire Noisy-le-Grand à Bercy, sur l'autoroute A4 en direction de Paris (sens W), la comparaison des cartographies des bouchons avant/après fait apparaître les éléments suivants :

- Une amélioration des conditions de circulation en amont du tronc commun en heure de pointe du matin. Cette amélioration est marquée par la diminution de la longueur de la retenue, de sa durée et de son intensité. L'amélioration se traduit par :
 - une diminution de la longueur du bouchon sur la section d'A4 accédant au tronc commun (marqué par une augmentation de la vitesse moyenne). La tête de bouchon a changé de PR7 à PR7.7.
 - une réduction de la durée de la congestion d'une heure environ dans le tunnel de Champigny aux heures de pointe du matin.
 - une diminution de la dureté du bouchon à l'entrée de Noisy-le-Grand du fait d'une meilleure aspiration du trafic par l'aval.
 - Les améliorations observées durant la pointe du matin sont la conjugaison des effets de l'ouverture de la voie auxiliaire et la création d'une cinquième voie fixe entre La Fourchette de Bry et le Pont de Nogent.
- Une nette diminution de la congestion en amont du tronc commun à la pointe du soir. Comme précédemment, cette amélioration se traduit par une diminution de la longueur du bouchon récurrent, de sa durée et du niveau de congestion (en particulier en entrée du tunnel de Champigny).

A priori, cette amélioration est l'effet de la création la cinquième voie fixe entre La Fourchette de Bry et le Pont de Nogent, car le soir, la voie auxiliaire n'est pas censée d'être ouverte. Néanmoins, dans notre échantillon, il y a 7 jours sur 33 pour lesquels la voie auxiliaire est ouverte le soir, entre 18h et 20h.

- Une augmentation de la congestion en aval du tronc commun. La longueur de ce bouchon récurrent est prolongée d'environ 1 km aux heures de pointe du matin. À l'arrivée sur Bercy, la durée de la congestion augmente de près d'une demie heure. Cette dégradation du niveau de service résulte vraisemblablement d'une augmentation du trafic liée à l'ouverture de la voie auxiliaire et d'une absence de débouche en aval.. En revanche, on n'observe pas d'augmentation de la dureté de bouchon.

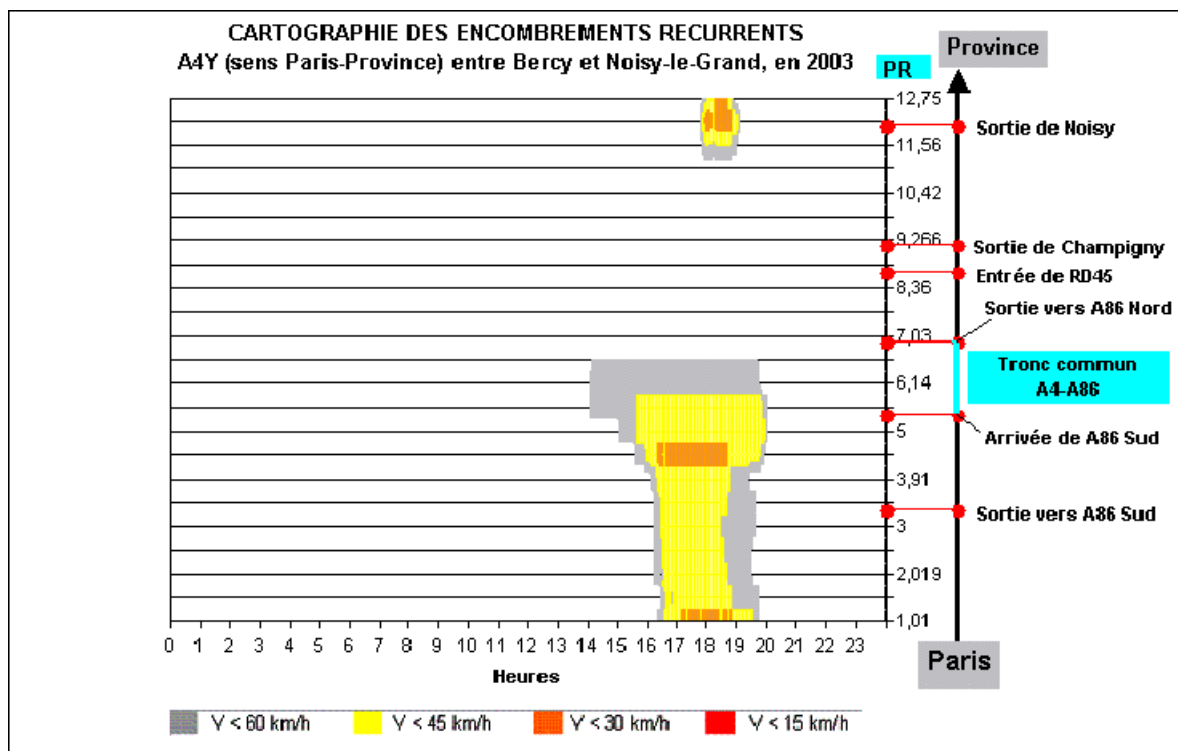


Figure 29: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A4, sens Y entre Bercy et Noisy-Le-Grand

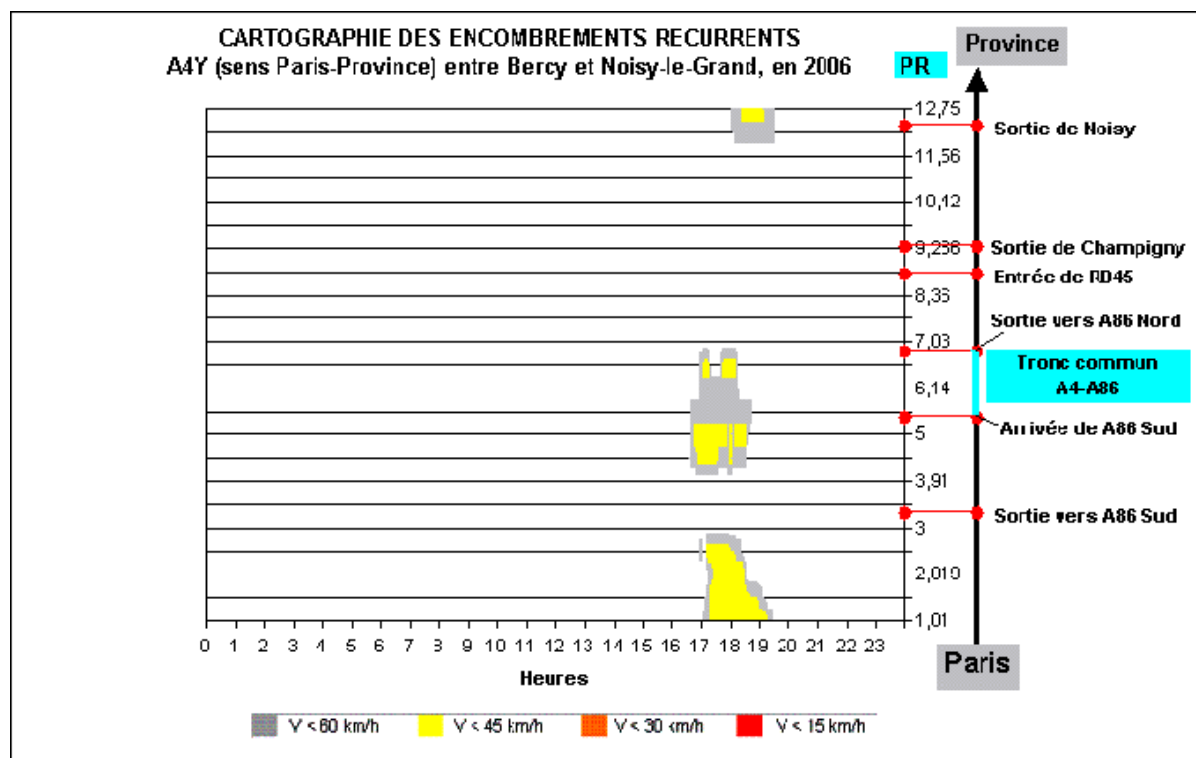


Figure 30: Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A4, sens Y entre Bercy et Noisy-Le-Grand

Sur l'itinéraire Bercy à Noisy-le-Grand sur A4 (sens Y), on note :

- Une nette amélioration des conditions de circulation en amont du tronc commun à la pointe du soir, lors de l'ouverture de la voie auxiliaire, marquée par :
 - une importante diminution de la longueur du bouchon d'environ 1,5 km sur la section d'A4 Y en amont du tronc commun ;
 - une forte résorption du bouchon récurrent en amont du tronc commun A86-A4 ; il ne subsiste sur cette section qu'une faible retenue. Cette retenue est due probablement au principe de fonctionnement de la voie auxiliaire qui tient compte de la contrainte d'exploitation du tunnel de l'A86 en aval².
 - une réduction de la durée de congestion d'environ une heure et demie ;
 - une amélioration de la vitesse de circulation en congestion (disparition du ralentissement observé habituellement avec vitesse moyenne inférieure à 30 km/h).
 - l'absence d'impact significatif sur le 2^{ème} bouchon entre le PR3 et le PR1.
- En revanche, on n'observe pas d'évolution marquante de l'ampleur de la congestion, en aval du tronc commun, à la hauteur de Noisy-le-Grand.

² Lorsque la vitesse de circulation dans le tunnel de l'A86 est inférieure à 15 km/h, la voie auxiliaire est fermée à la circulation afin de diminuer le débit provenant du tronc commun permettant de maintenir un certain niveau de service de sécurité dans le tunnel.

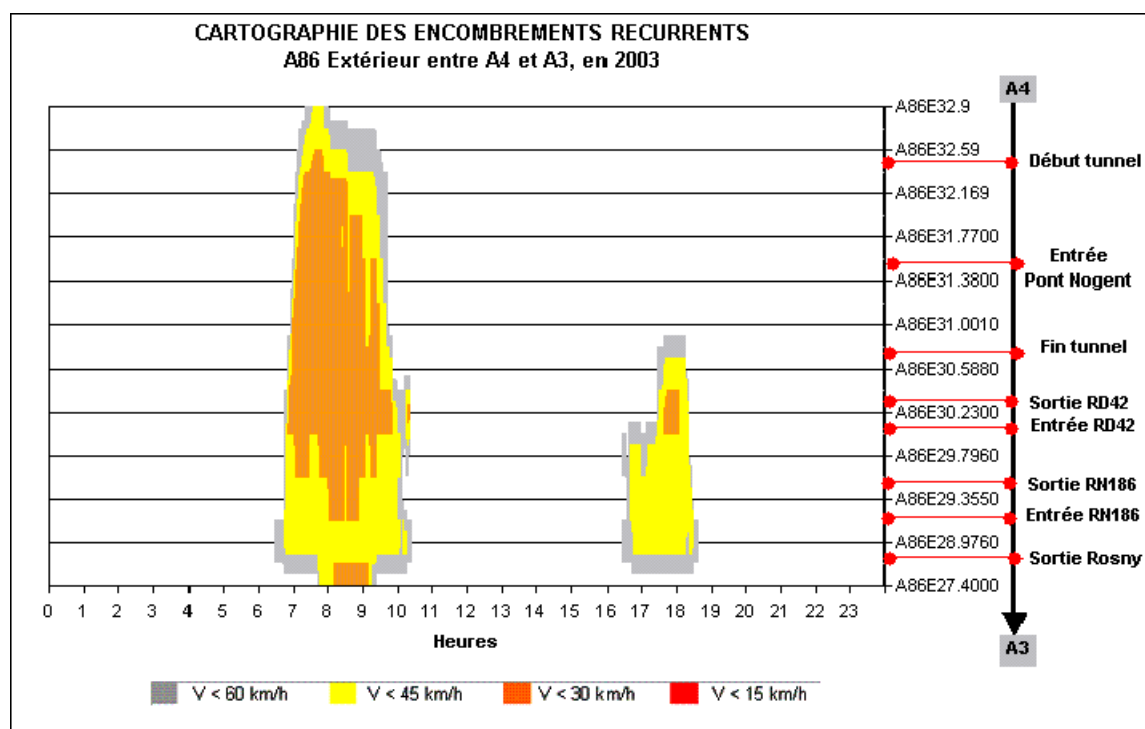


Figure 31: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A86 Nord, sens Extérieur entre A4 et Rosny

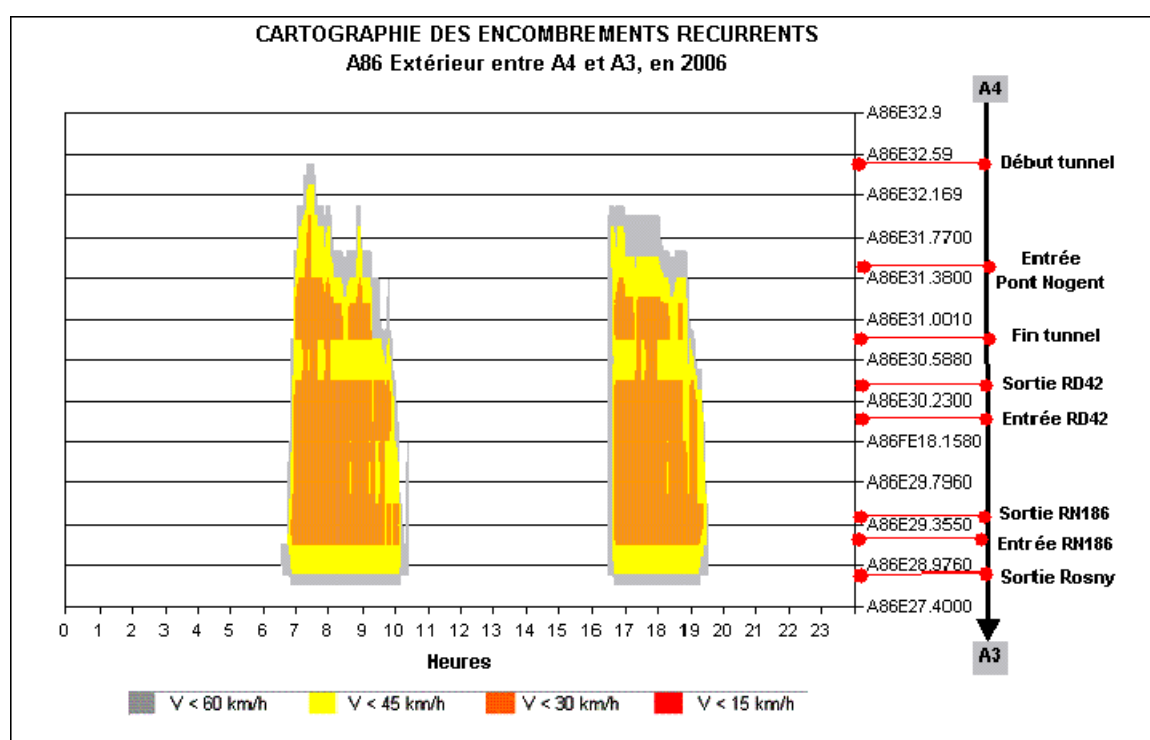


Figure 32 : Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A86 Nord, sens Extérieur entre A4 et Rosny

Sur l'itinéraire A86 Nord, dans le sens extérieur entre A4 et Rosny, la comparaison fait apparaître :

- une légère diminution de la longueur de la retenue habituelle aux heures de pointe du matin, a priori non liée à l'activation de la voie auxiliaire pour ce sens de circulation. Cette amélioration provient probablement de la réduction de la longueur du biseau d'insertion d'A86 sud vers A4Y qui limitent l'écoulement du flux provenant d'A86 sud avec pour conséquence indirecte la diminution de la saturation en aval sur A86 nord.
- une plus forte saturation aux heures de pointe du soir caractérisée par une augmentation de la longueur du bouchon (+ 1 km) et de sa durée (+ une heure environ). Cette dégradation résulte vraisemblablement du surcroît de trafic dû à l'ouverture de la voie auxiliaire lors de la pointe du soir et d'une capacité d'écoulement insuffisante de la A86 en aval du tronc commun. Ce bouchon récurrent est pour l'origine le passage de 3 à 2 voies de la section courante de l'A86 après la sortie vers N186, la voie lente d'A86E étant affectée à la sortie vers la N186. Aux heures de pointe du soir, l'ouverture de la voie auxiliaire dans ce sens amène plus de trafic qui fait propager le bouchon plus vite atteignant plus vite au tunnel en amont. Les opérateurs ferment la voie auxiliaire lorsque le bouchon menace les tunnels de Nogent, ce qui a pour effet de restreindre les gains potentiels sur A86 sud.

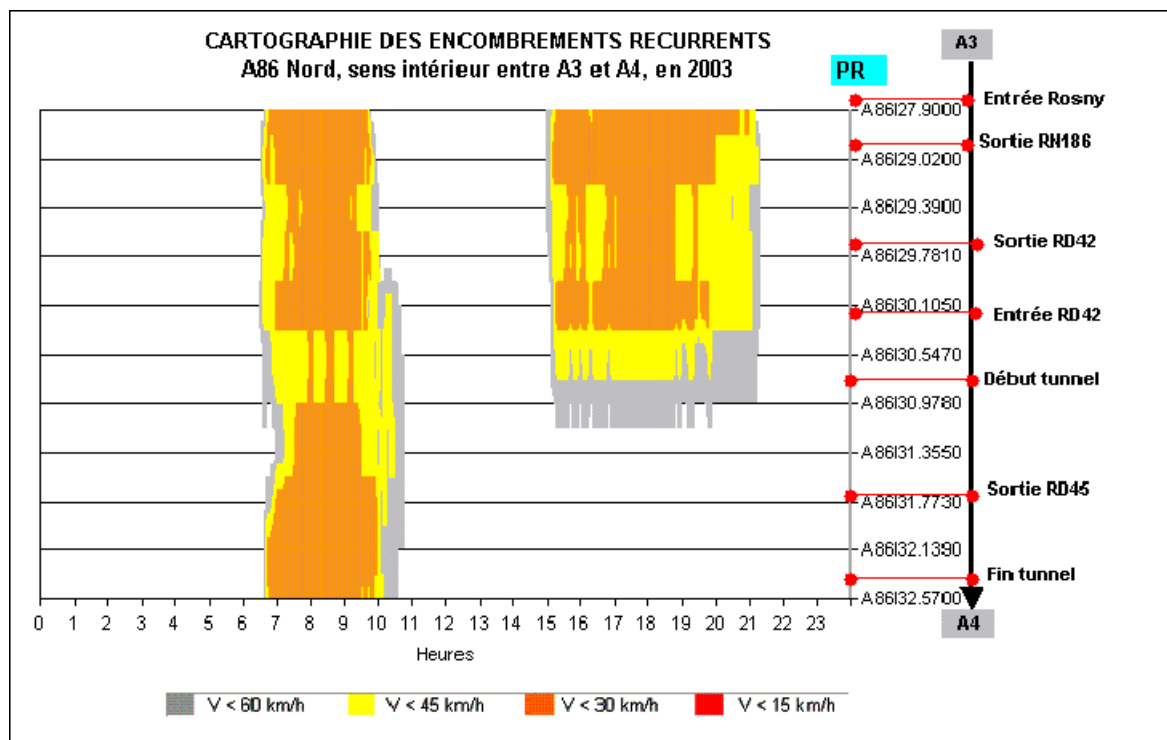


Figure 33: Cartographie des encombrements en 2003, itinéraire A86 Nord, sens intérieur entre Rosny et A4

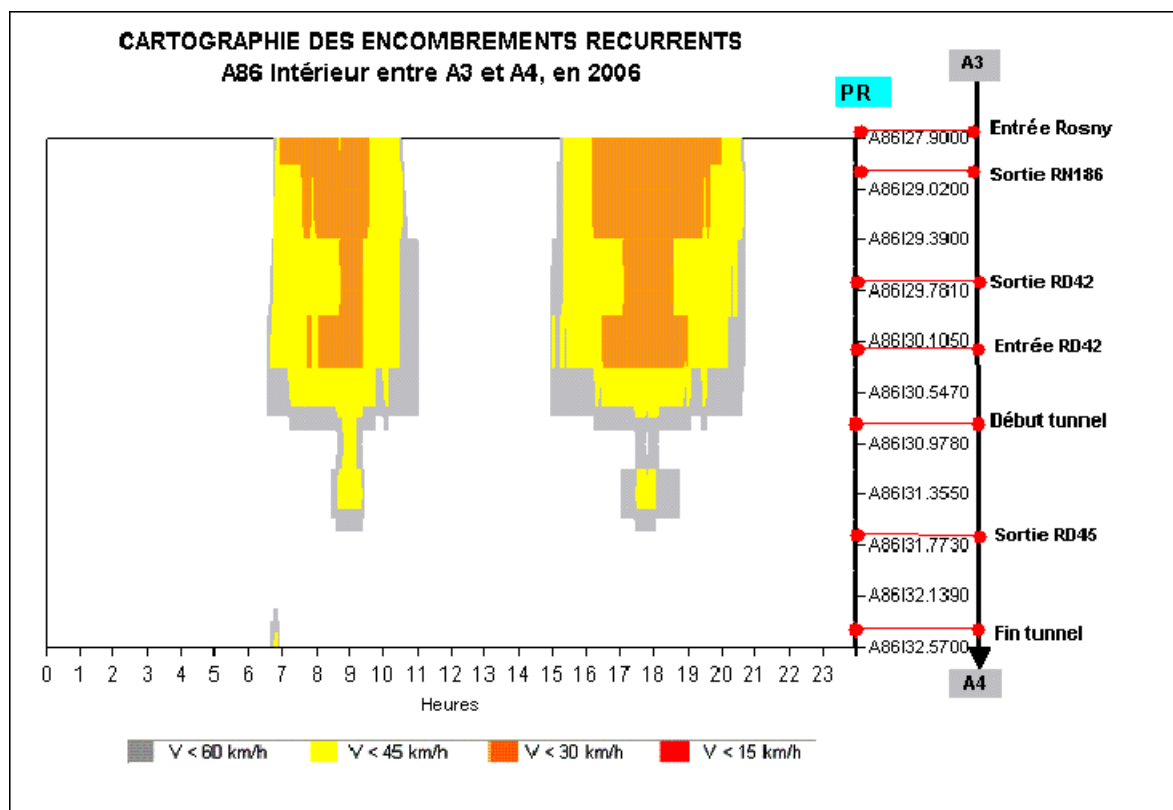


Figure 34: Cartographie des encombrements en 2006, itinéraire A86 Nord, sens Intérieur entre Rosny et A4

Sur l'itinéraire, A86 Nord dans le sens intérieur entre Rosny et l'autoroute A4, on constate :

- une nette diminution de la congestion aux heures de pointe du matin en amont du tronc commun. Elle est marquée par :
 - la disparition quasi complète du bouchon dans le tunnel de la section sous-fluviale débouchant sur le tronc commun ; Il s'agit là d'un effet direct de l'ouverture de la voie auxiliaire facilitant l'insertion du flux de circulation venant de l'A86 Nord.
 - une diminution en dureté et en ampleur du bouchon ayant pour origine l'entrée de la RD42. Cette amélioration provient de l'effet d'aspiration par l'aval avec l'ouverture de la voie auxiliaire du tronc commun.
- une diminution de la congestion aux heures de pointe du soir. Elle est marquée par une légère réduction de la longueur du bouchon, un raccourcissement de sa durée et une diminution de l'intensité des ralentissements à vitesse inférieure à 30 km/h.

On notera qu'il existe toujours un dispositif statique générant une congestion en amont du tunnel de Nogent pour garantir sa fluidité dans ce sens. Ce dispositif est à l'origine du bouchon relatif à l'entrée de la RD42, le matin et le soir.

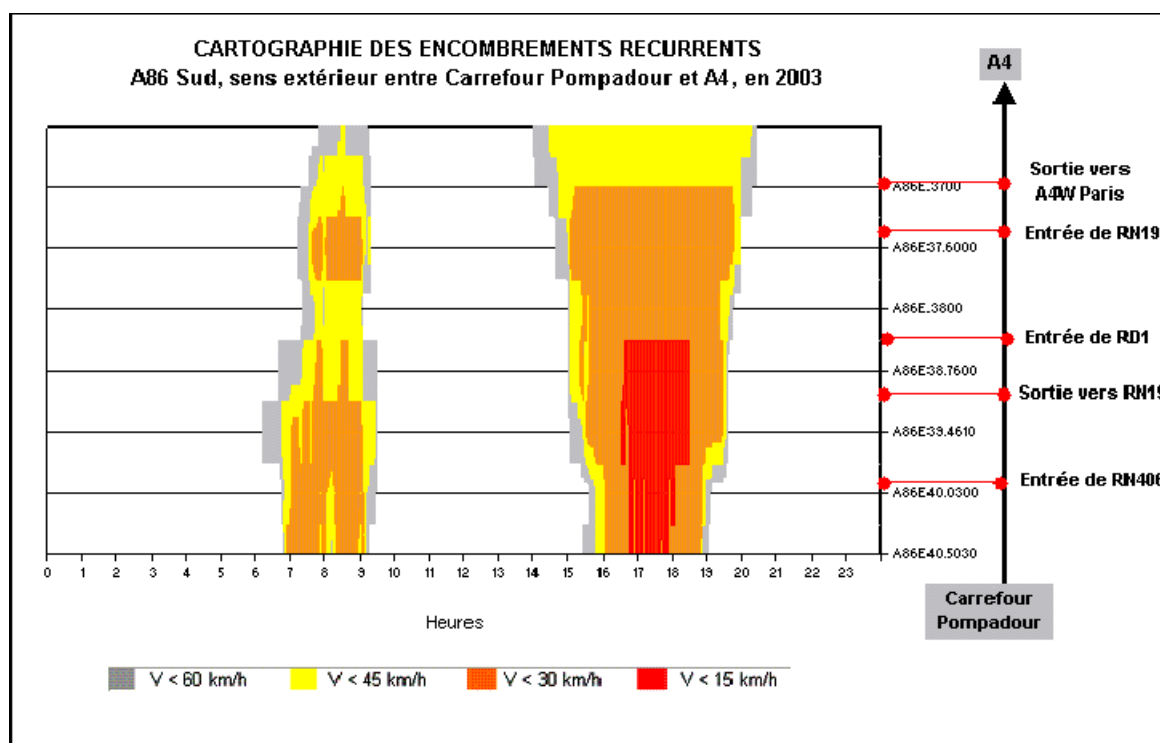


Figure 35: Cartographie des encombrements en 2003, A86 Sud, sens extérieur entre Carrefour Pompadour et A4

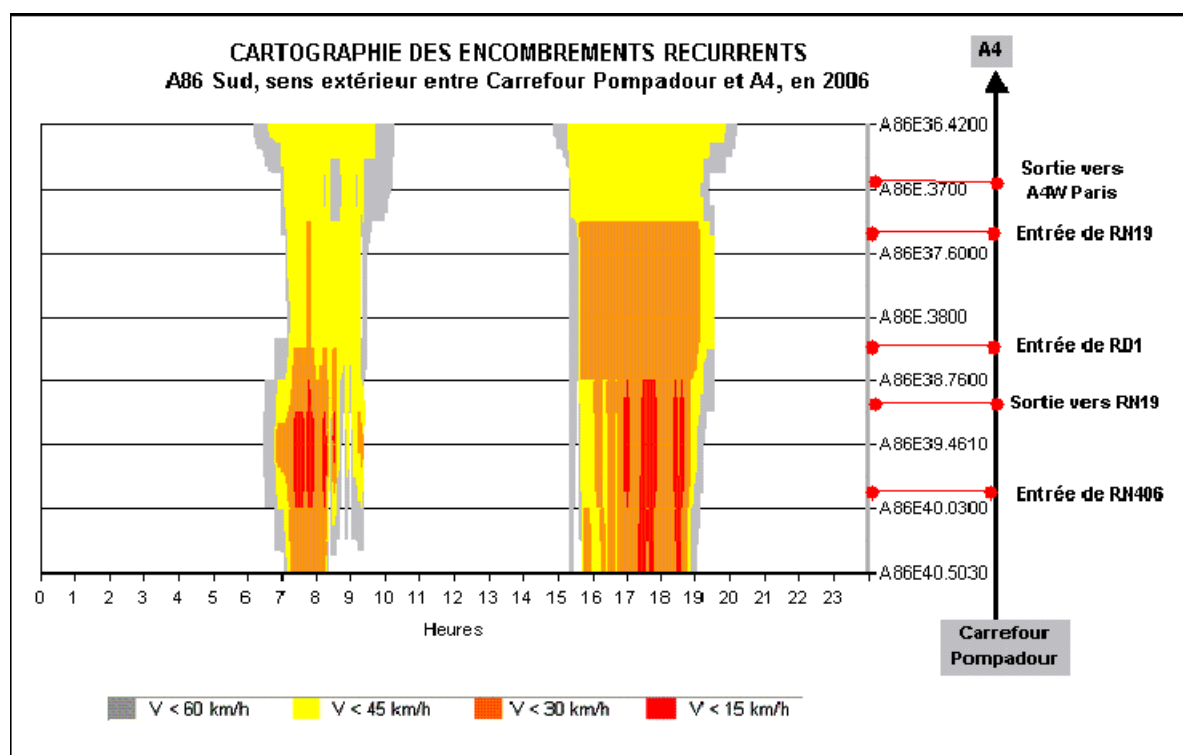


Figure 36: Cartographie des encombrements en 2006, A86 Sud, sens extérieur entre Carrefour Pompadour et A4

Sur l'itinéraire A86 sud, dans le sens extérieur entre Carrefour Pompadour et l'autoroute A4, on constate :

- une légère dégradation des conditions de circulations aux heures de pointe du matin marquée par :
 - une augmentation de la durée du bouchon à hauteur du convergent A4Y et A86 extérieur. Le raccourcissement de la zone de convergence avec A4Y devrait être à l'origine de cette légère dégradation. Toutefois, la vitesse de circulation dans le bouchon s'est améliorée. Il n'y a pratiquement plus de ralentissement à vitesse inférieure à 30 km/h entre l'insertion sur le tronc commun et l'entrée de la D1. Ce changement est lié principalement à la mesure d'accompagnement n°1 (A86 Sud extérieur entre RN19 et convergent avec A4) permettant de faciliter le flux vers A4W direction de Paris.
 - une légère diminution de la vitesse de circulation entre l'entrée de la D1 et le carrefour Pompadour (apparition de vitesse inférieure à 15 km/h).
- une certaine amélioration des conditions de circulation aux heures de pointe du soir grâce à l'ouverture de la voie auxiliaire avec :
 - Une diminution de la congestion sévère (c'est-à-dire à vitesse inférieure à 15 km/h) dont la retenue diminue de 500 m et d'une heure environ.
 - Une réduction de l'ampleur de la retenue, à vitesse comprise entre 15 et 30 km/h, en longueur (moins 500 m) et en durée.

Il semble que le raccourcissement de la zone de convergence avec A4Y et la stratégie d'exploitation de la voie auxiliaire liée à la problématique du tunnel en aval ont pour effet de limiter le gain sur A86 sud extérieur, en amont du tronc commun.

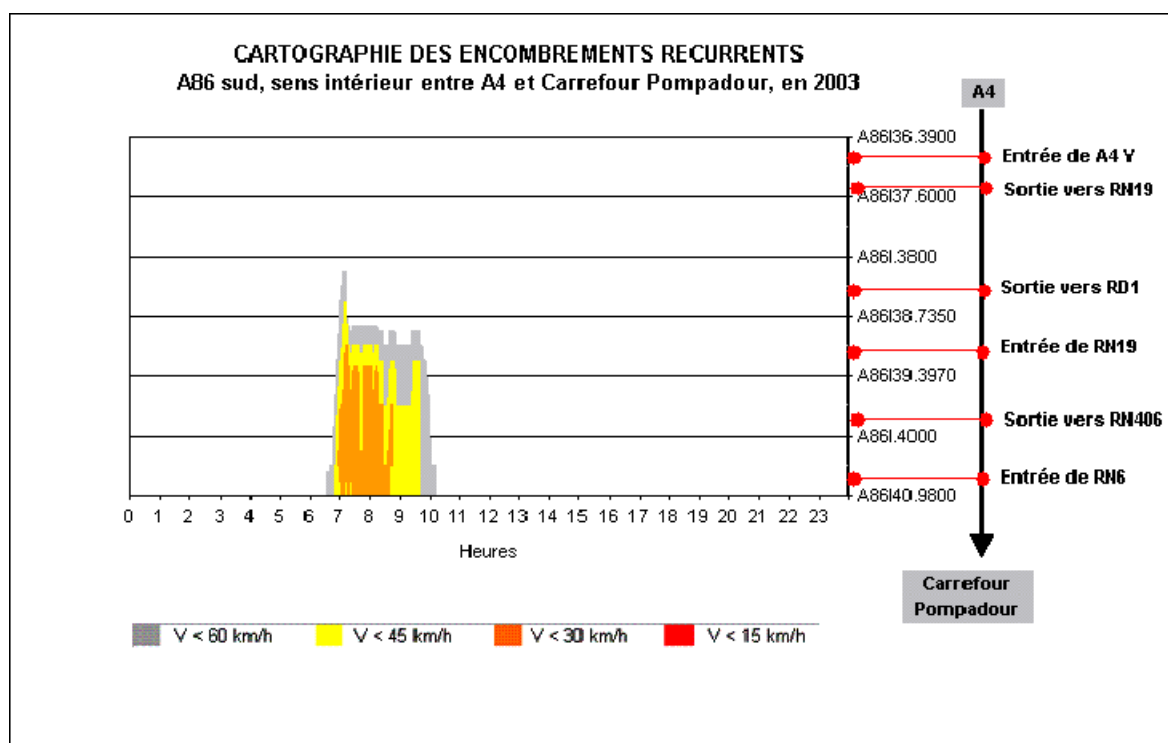


Figure 37: Cartographie des encombrements en 2003, A86 Sud, sens Intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour

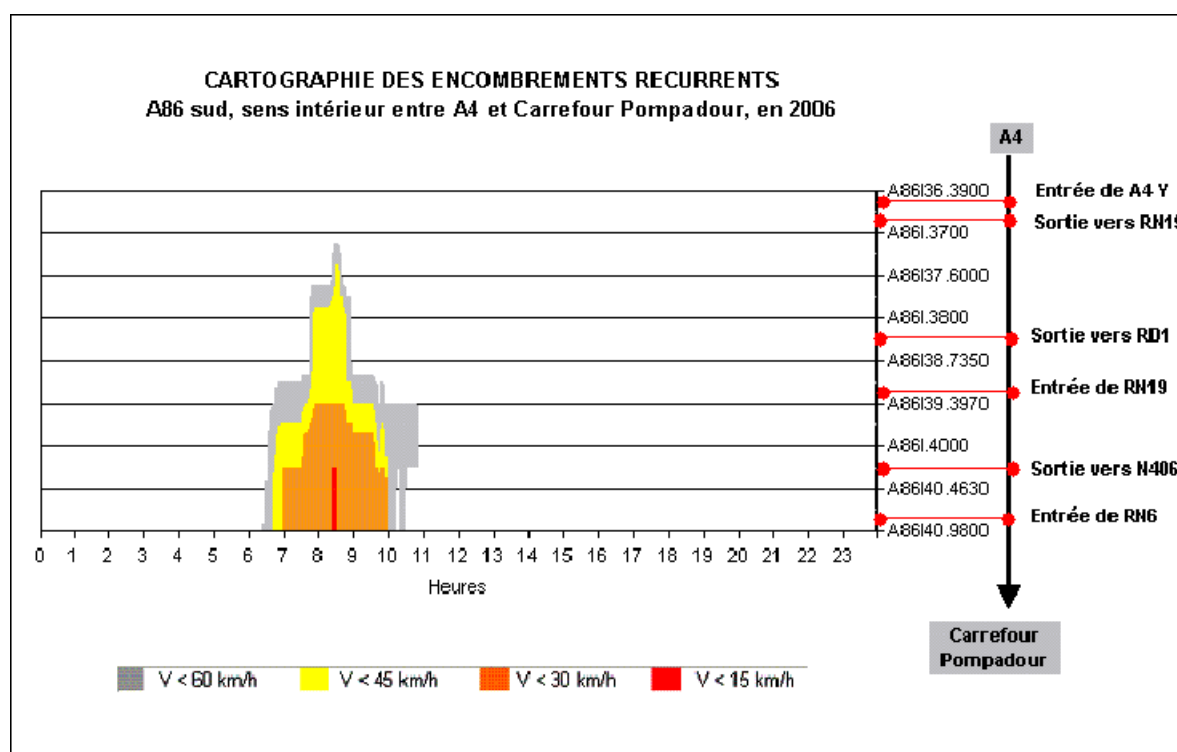


Figure 38: Cartographie des encombrements en 2006, A86 Sud, sens intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour

Sur l'itinéraire A86 sud, dans le sens intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour, on observe une dégradation des conditions de circulations aux heures de pointes du matin. La retenue habituelle augmente à la fois en longueur (+1 km), en durée (+1 h) et en intensité.

La durée totale du niveau de congestion à vitesse comprise entre 15 km/h et 30 km/h est en augmentation, congestion générée par l'ouverture de la voie auxiliaire dans le sens W le matin.

Le risque de remontée sur le TC A4-A86 est faible.

7.3 Indicateurs de fonctionnement et analyse quantitative

Des indicateurs quantitatifs, issus de l'exploitation de la base de données AES de la DIRIF, précisent les évolutions ainsi constatées.

Il s'agit du

- volume de trafic, c'est-à-dire la longueur totale parcourue par les véhicules. Il est exprimé en véh.km ;
- temps total passé en circulation, exprimé en véh.h ;
- et du volume d'encombrement. Cet indicateur qualifie l'ampleur des bouchons. Il correspond au produit des longueurs de réseau - ramenées à une voie et supportant un état de trafic qualifié de saturé (vitesse ≤ 30 km/h) - par la durée de saturation. Il est exprimé en h.km.

Le tableau suivant résume, par axe et par sens, l'évolution des ces indicateurs après aménagement, par rapport à la situation antérieure avant aménagement. La variation indiquée en % est définie par le ratio :

$$\text{variation (\%)} = ((\text{indicateur après} - \text{indicateur avant}) / \text{indicateur avant})$$

L'impact résultant est donné, pour les modalités suivantes : jour ouvrable moyen, samedi moyen et dimanche moyen

- pour la plage horaire complète 0h-24h ;
- entre 6h et 22h ;
- aux seuils périodes de pointe durant lesquelles la voie auxiliaire est ouverte.

Tableau 12 : Variations absolues et relatives des indicateurs avant-après (en %, plage 0h-24h)

Itinéraire	Jour ouvrable						Samedi						Dimanche					
	Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement		Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement		Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement	
	véhxxkm		véhxxh		hxkm		véhxxkm		véhxxh		hxkm		véhxxkm		véhxxh		hxkm	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006
A4, sens W entre Noisy-le-Grand et Bercy	1336250	1296266	21767	19564	112	80	1309524	1209898	16354	14433	45	26	1259516	1153968	16132	14286	50	37
A4, sens Y entre Bercy et Noisy-le-Grand	1489060	1427375	20774	18518	40	21	1402653	1316119	17047	16021	15	11	1253342	1184052	14351	13571	13	6
A86 Nord extérieur entre A4 et A3	464581	491526	11381	12520	93	124	441313	468003	8338	8614	63	82	441313	461146	7019	7219	41	46
A86 Nord intérieur entre A3 et A4	415124	423554	8748	8606	52	41	418480	408840	7458	7394	29	27	402380	394488	7458	6076	11	11
A86 Sud extérieur entre Carrefour Pompadour et A4	461522	480614	11725	10856	110	114	467903	465520	8329	8282	8	9	441548	448872	5808	5623	16	19
A86 Sud intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	487376	482050	7836	6618	20	24	483091	498701	6729	6417	8	2	443698	450189	6602	6637	3	1
Ensemble des itinéraires	4653913	4601385	82231	76682	427	404	4522964	4367081	64255	61161	168	157	4241797	4092715	57370	53412	135	120

Itinéraire	Jour ouvrable			Samedi			Dimanche		
	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement
	véhxxkm	véhxxh	hxkm	véhxxkm	véhxxh	hxkm	véhxxkm	véhxxh	hxkm
A4, sens W entre Noisy-le-Grand et Bercy	↘ -3,0%	↘ -10,1%	↘ -28,7%	↘ -7,6%	↘ -11,7%	↘ -42,0%	↘ -8,4%	↘ -11,4%	↘ -26,3%
A4, sens Y entre Bercy et Noisy-le-Grand	↘ -4,1%	↘ -10,9%	↘ -48,5%	↘ -6,2%	↘ -6,0%	↘ -30,0%	↘ -5,5%	↘ -5,4%	↘ -52,0%
A86 Nord extérieur entre A4 et A3	↗ 5,8%	↗ 10,0%	↗ 33,8%	↗ 6,0%	↗ 3,3%	↗ 30,0%	↗ 4,5%	↗ 2,8%	↗ 10,0%
A86 Nord intérieur entre A3 et A4	↗ 2,0%	↘ -1,6%	↘ -21,0%	↘ -2,3%	↘ -0,9%	↘ -7,5%	↘ -2,0%	↘ -18,5%	↗ 3,5%
A86 Sud extérieur entre Carrefour Pompadour et A4	↗ 4,1%	↘ -7,4%	↗ 3,6%	↘ -0,5%	↘ -0,6%	↗ 17,8%	↗ 1,7%	↘ -3,2%	↗ 17,8%
A86 Sud intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	↘ -1,1%	↘ -15,5%	↗ 18,3%	↗ 3,2%	↘ -4,6%	↘ -73,8%	↗ 1,5%	↗ 0,5%	↘ -72,6%
Ensemble des itinéraires	↘ -1,13%	↘ -6,8%	↘ -5,5%	↘ -3,45%	↘ -4,8%	↘ -6,7%	↘ -3,5%	↘ -6,9%	↘ -11,0%

Tableau 13 : Variations absolues et relatives des indicateurs avant-après (en %, plage 6h-22h)

Itinéraire	Jour ouvrable						Samedi						Dimanche					
	Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement		Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement		Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement	
	véhxkm		véhxxh		hxkm		véhxkm		véhxxh		hxkm		véhxkm		véhxxh		hxkm	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006	2003	2006
A4, sens W entre Noisy-le-Grand et Bercy	1142262	1146237	19656	17967	109	80	1106475	1027464	14201	12595	41	26	980173	914274	13129	11837	46	36
A4, sens Y entre Bercy et Noisy-le-Grand	1291648	1231829	18677	16389	39	20	1151756	1077286	14338	13465	13	11	958332	912510	11371	10691	12	6
A86 Nord extérieur entre A4 et A3	404714	423854	10569	11591	92	124	369599	388112	7503	7608	63	124	344195	360534	5750	5734	47	64
A86 Nord intérieur entre A3 et A4	349839	363515	7952	7862	51	41	349839	333809	6540	6523	28	27	318815	311505	5121	6023	10	9
A86 Sud extérieur entre Carrefour Pompadour et A4	404816	419354	11745	10044	110	114	387031	389367	5573	7410	36	39	351366	357070	5187	5271	16	19
A86 Sud intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	409985	408825	6720	6543	18	24	396473	476354	6720	5202	6	0	346833	352975	4396	4441	2	1
Ensemble des itinéraires	4003264	3993614	75319	70396	419	402	3754408	3692392	53728	52804	187	178	3299714	3208868	44954	43998	134	135

Itinéraire	Jour ouvrable			Samedi			Dimanche		
	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement
	véhxkm	véhxxh	hxkm	véhxkm	véhxxh	hxkm	véhxkm	véhxxh	hxkm
A4, sens W entre Noisy-le-Grand et Bercy	↗ 0,3%	↘ -8,6%	↘ -26,8%	↘ -7,1%	↘ -11,3%	↗ 1,8%	↘ -6,7%	↘ -9,8%	↘ -1,8%
A4, sens Y entre Bercy et Noisy-le-Grand	↘ -4,6%	↘ -12,3%	↘ -49,0%	↘ -6,5%	↘ -6,1%	↘ -4,1%	↘ -4,8%	↘ -6,0%	↘ -5,8%
A86 Nord extérieur entre A4 et A3	↗ 4,7%	↗ 9,7%	↗ 35,1%	↗ 5,0%	↗ 1,4%	↘ -2,2%	↗ 4,7%	↘ -0,3%	↘ -5,8%
A86 Nord intérieur entre A3 et A4	↗ 3,9%	↘ -1,1%	↘ -20,4%	↘ -2,7%	↘ -0,3%	↗ 4,0%	↘ -2,3%	↘ -1,9%	↘ -21,0%
A86 Sud extérieur entre Carrefour Pompadour et A4	↗ 3,6%	↘ -5,3%	↗ 4,0%	↗ 0,6%	↗ 0,7%	↘ -6,0%	↗ 1,6%	↗ 1,6%	↘ -3,0%
A86 Sud intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	↘ -0,3%	↘ -2,6%	↗ 29,5%	↗ 2,5%	↘ -6,7%	↘ -3,9%	↗ 1,8%	↗ 1,0%	↗ 4,4%
Ensemble des itinéraires	↘ -0,2%	↘ -6,5%	↘ -4,1%	↘ -1,7%	↘ -1,7%	↘ -5,1%	↘ -2,8%	↘ -2,1%	↗ 1,0%

Tableau 14 : Variations absolues et relatives des indicateurs en période de pointe

Itinéraire	Jour ouvrable					
	Volume de trafic		Temps total passé		Encombrement	
	véhxkm		véhxxh		hxkm	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006
A4, sens W entre Noisy-le-Grand et Bercy	197550	238625	5676	5842	57	39
A4, sens Y entre Bercy et Noisy- le-Grand	390474	380845	7203	5847	23	11
A86 Nord extérieur entre A4 et A3	103944	109661	2494	3412	18	35
A86 Nord intérieur entre A3 et A4	57395	69929	1812	1742	19	12
A86 Sud extérieur entre Carrefour Pompadour et A4	91249	99985	4321	3192	45	25
A86 Sud intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	68727	78196	1297	1599	6	15
<i>Ensemble des itinéraires</i>	909339	977241	22803	21634	169	137

Itinéraire	Jour ouvrable		
	Volume de trafic	Temps total passé	Encombrement
	véhxkm	véhxxh	hxkm
A4, sens W entre Noisy-le-Grand et Bercy	↗ 20,8%	↗ 2,9%	↘ -32,4%
A4, sens Y entre Bercy et Noisy-le-Grand	↘ -2,5%	↘ -18,8%	↘ -52,2%
A86 Nord extérieur entre A4 et A3	↗ 5,5%	↗ 36,8%	↗ 99,2%
A86 Nord intérieur entre A3 et A4	↗ 21,8%	↘ -3,9%	↘ -36,7%
A86 Sud extérieur entre Carrefour Pompadour et A4	↗ 9,6%	↘ -26,1%	↘ -45,3%
A86 Sud intérieur entre A4 et Carrefour Pompadour	↗ 13,8%	↗ 23,3%	↗ 125,6%
<i>Ensemble des itinéraires</i>	↗ 7,5%	↘ -5,1%	↘ -19,1%

Pour la période 0h-24h et sur l'ensemble du réseau d'influence, on note plusieurs éléments intéressants, issus de la comparaison avant après :

Une baisse légère et systématique du volume de trafic (en véhkm) pour un jour ouvrable moyen, associée à une forte réduction du temps total passé en circulation (en véhxh) et du volume d'encombrement (en hxkm). Ces résultats sont essentiels pour la phase ultérieure d'étude de rentabilité socio-économique.

Les samedis et dimanches, la diminution du volume de trafic (en véhkm) est plus marquée. Elle est également associée à une baisse du temps total passé en circulation (en véhxh) et une diminution du volume d'encombrement (en hxkm).

Pour la période 0h-24h et sur l'ensemble du réseau d'influence, on note plusieurs éléments intéressants issus de la comparaison avant après :

- une baisse systématique du volume de trafic (en véhkm). Faible les jours ouvrables (-1,1%), cette baisse est nettement plus marquée (-3,5%) les samedis et dimanches.
- dans tous les cas, une diminution substantielle du temps total passé en circulation, en particulier les jours ouvrables et les dimanches (-7% environ).
- Une réduction du volume d'encombrement, en particulier le week-end.

Pour la période 6h-22h, les mêmes tendances prévalent encore pour les indicateurs précédents mais avec moins d'amplitude.

Le dernier tableau restreint aux seules périodes de pointe pour lesquelles la voie auxiliaire est ouverte met bien en relief **la performance du système dynamique** mis en place. En dépit de la forte augmentation de trafic (+7,5%), le temps total en circulation diminue (-5%) tout comme le volume d'encombrement (-19%).

Ces résultats augurent favorablement de la rentabilité économique de l'opération qui fera l'objet d'une phase d'investigation ultérieure.

8 ÉLÉMENTS DE CONCLUSION

Ce travail, effectué dans le cadre d'une convention DIRIF-INRETS, a pour objet d'évaluer les impacts résultant de l'aménagement du tronc commun A4-A86 dans le Val-de-Marne, muni de l'ensemble de ses dispositifs dynamiques d'exploitation.

Ce premier document se limite aux effets de l'utilisation de la voie auxiliaire sur les conditions de circulation prévalant sur le tronc commun et sur son réseau d'influence.

L'évaluation s'effectue par comparaison entre la situation de référence antérieure à 2x4 voies avec BAU et la nouvelle configuration actuelle avec la voie auxiliaire, ouverte ou fermée. Après une description des points clés de l'opération et un bilan des données recueillies, l'évaluation d'impact est appréhendée selon trois aspects :

- la capacité du tronc commun et son niveau de service de circulation (NSC) ;
- les différentes vitesses moyennes pratiquées (locales et d'itinéraires) ;
- le niveau de congestion.

Les principales tendances de la comparaison avant/après se déclinent ainsi.

Lorsque la voie auxiliaire est ouverte, les effets de son utilisation sur la capacité sont manifestes dans les 2 sens de circulation, bien que d'amplitude inégale.

En direction de Paris, le gain de capacité observé les jours ouvrables sur le tronc commun est de 7,5 % environ, soit 650 véh/h. En 2003, la section à 4 voies avec BAU avait une capacité de l'ordre de 8700 véh/h. En 2006, la capacité obtenue avec la voie auxiliaire ouverte dépasse 9300 véh/h.

Dans le sens Paris-Province, le gain est encore plus important : l'augmentation de capacité est de l'ordre de 10%, soit 900 véh/h. En 2003, la section à 4 voies avec BAU avait une capacité supérieure à 8800 véh/h. En 2006, la capacité atteinte avec la voie auxiliaire ouverte est de l'ordre de 9700 véh/h.

Lorsque la voie auxiliaire est fermée toute la journée, la capacité atteinte est nettement inférieure à celle qui prévalait en 2003 dans la configuration antérieure, la réduction de la largeur des voies et la conception géométrique du biseau d'insertion expliquant en partie cet effet.

Avec la voie auxiliaire fermée toute la journée, la perte de capacité du tronc commun A4-A86 atteint aujourd'hui 1170 véh/h en direction de Paris et 720 véh/h dans la direction opposée, par rapport à la configuration de 2003.

L'écart de capacité entre les situations pour lesquelles la voie auxiliaire est ouverte ou fermée est encore plus important : 1810 véh/h vers Paris et 1625 véh/h dans le sens opposé.

- L'utilisation de la voie auxiliaire permet, sur le tronc commun, les jours ouvrables, une amélioration du niveau de service de circulation (NSC) dans les deux sens. Par rapport à la situation antérieure prévalant en 2003, ce progrès se traduit aujourd'hui par une augmentation du temps de fonctionnement en fluidité (NSC_1) et en circulation fluide à dense (NSC_2) et une réduction corrélative du temps de fonctionnement en congestion (NSC_4).
- À très faible trafic, aucune augmentation significative des vitesses libres (c'est-à-dire maximales) n'est constatée du fait du contrôle de la vitesse par radar. En revanche, la vitesse moyenne locale s'améliore en direction de Paris (W) passant de 58 à 72 km/h et reste stable à 72 km/h dans l'autre sens de circulation (Y).
- Sur le réseau d'influence, les répercussions sur les vitesses moyennes d'itinéraires sont globalement positives : amélioration, sur certains itinéraires en particulier sur l'autoroute A4 et dégradation limitée sur d'autres.
- Sur ce même réseau d'influence et pour un jour ouvrable (0h-24h), les variations relatives des indicateurs clés de l'analyse socio-économique sont caractérisées par une légère diminution du volume de trafic (-1,1%) associée à une baisse substantielle (-7% environ) du temps total passé en circulation. On note enfin une diminution (-6%) du volume d'encombrement.
- Les samedis et dimanches ces tendances sont encore plus marquées.
- L'analyse du système durant les seules périodes de pointe pour lesquelles la voie auxiliaire est ouverte souligne la performance de la gestion dynamique. En dépit de la forte augmentation de trafic due à la 5^{ième} voie (+7,5%), le temps total en circulation diminue (-5%) ainsi que le volume d'encombrement (-19%).

Ces divers résultats sont obtenus avec une durée moyenne d'utilisation de la voie auxiliaire de l'ordre de 5 h/jour en direction de Paris et de 4 h/jour dans le sens opposé. Ils augurent favorablement de la rentabilité économique de l'opération.

La présente étude sera complétée par une évaluation ultérieure concernant l'impact environnemental (consommation, pollution, bruit), l'évolution de l'accidentologie et la rentabilité économique de l'opération.

ANNEXE 1 : SÉLECTION DES DONNÉES

Tableau 15 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2003, sens Province-Paris-, avant aménagement

Sélection des jours - Station A4W7.05																	
avr-03						mai-03						juin-03					
Date	Critères			Station		Date	Critères			Chaussée		Date	Critères			Chaussée	
	TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu
01/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	01/05/2003	JO			0.0%	0	01/06/2003					
02/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	02/05/2003	JO			0.0%	0	02/06/2003	JO	Bonne	Oui	100.0%	0
03/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	03/05/2003	WE					03/06/2003	JO	Pluie	Non	98.8%	0
04/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	04/05/2003	WE					04/06/2003	JO	Pluie	Non	98.75%	0
05/04/2003	WE					05/05/2003	JO			0.0%	0	05/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
06/04/2003	WE					06/05/2003	JO			0.0%	0	06/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
07/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	07/05/2003	JO			0.0%	0	07/06/2003	WE				
08/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	08/05/2003	JO			0.0%	0	08/06/2003	WE				
09/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	09/05/2003	JO			0.0%	0	09/06/2003	JO	Bonne	Non		0
10/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	10/05/2003	WE					10/06/2003	JO	Pluie	Non	100.0%	0
11/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	11/05/2003	WE					11/06/2003	JO	Bonne	Non		0
12/04/2003	WE					12/05/2003	JO			0.0%	0	12/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
13/04/2003	WE					13/05/2003	JO			0.0%	0	13/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
14/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	14/05/2003	JO			0.0%	0	14/06/2003	WE				
15/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	15/05/2003	JO			0.0%	0	15/06/2003	WE				
16/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	16/05/2003	JO			0.0%	0	16/06/2003	JO	Bonne	Non	82.9%	1
17/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	17/05/2003	WE					17/06/2003	JO	Pluie	Non	92.1%	0
18/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	18/05/2003	WE					18/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
19/04/2003	WE					19/05/2003	JO			0.0%	0	19/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
20/04/2003	WE					20/05/2003	JO			0.0%	0	20/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
21/04/2003	JF	Bonne	Non	0.0%	0	21/05/2003	JO			0.0%	0	21/06/2003	WE				
22/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	22/05/2003	JO			0.0%	0	22/06/2003	WE				
23/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	23/05/2003	JO			0.0%	0	23/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
24/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	24/05/2003	WE					24/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
25/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	25/05/2003	WE					25/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
26/04/2003	WE					26/05/2003	JO	Bonne	Non	51.7%	1	26/06/2003	JO	Bonne	Non	99.2%	1
27/04/2003	WE					27/05/2003	JO	Bonne	Non	87.9%	1	27/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
28/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	28/05/2003	JO	Bonne	Non	77.9%	1	28/06/2003	WE				
29/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	29/05/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	29/06/2003	WE				
30/04/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	30/05/2003	JO	Bonne	Non	99.6%	1	30/06/2003	JO	pluie	Non	99.17%	0
						31/05/2003	WE										
Nb jours retenus					0	Nb jours retenus					4	Nb jours retenus					13

*TJ : Type de Jour; JO=Jour Ouvrable, JF=Jour Férié , WE=Week-End.
**TD : Taux de disponibilité des données QTV 6mn de la journée

Tableau 16 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2003, sens Paris-Provence, avant aménagement

Sélection des jours - Station A4Y6.14																	
avr-03						mai-03						juin-03					
Date	Critères			Station		Date	Critères			Chaussée		Date	Critères			Chaussée	
	TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu
01/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	01/05/2003	JO	Bonne	Non	97.5%	1	01/06/2003	WE				
02/04/2003	JO	Pluie	Non	100.0%	0	02/05/2003	JO	Bonne	Non		0	02/06/2003	JO	Pluie	Non	97.1%	0
03/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	03/05/2003	WE					03/06/2003	JO	Pluie	Non	97.5%	0
04/04/2003	JO	Bonne	Oui	99.2%	0	04/05/2003	WE					04/06/2003	JO	Bonne	Non	98.75%	1
05/04/2003	WE		Oui			05/05/2003	JO	pluie	Non	97.9%	0	05/06/2003	JO	Bonne	Non	99.6%	1
06/04/2003	WE					06/05/2003	JO	pluie	Non	97.1%	0	06/06/2003	JO	Bonne	oui	100.0%	0
07/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	07/05/2003	JO	Bonne	Oui	94.2%	0	07/06/2003	WE				
08/04/2003	JO	Bonne	Non	99.6%	1	08/05/2003	JO	Bonne	Non		0	08/06/2003	WE				
09/04/2003	JO	Bonne	Non	87.5%	1	09/05/2003	JO	Bonne	Non	95.8%	1	09/06/2003	JO	Bonne	Non		0
10/04/2003	JO	Bonne	Non	70.4%	0	10/05/2003	WE					10/06/2003	JO	Pluie	Non	100.0%	0
11/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	11/05/2003	WE					11/06/2003	JO	Bonne	oui		0
12/04/2003	WE					12/05/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	12/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
13/04/2003	WE					13/05/2003	JO	Bonne	Non	97.5%	1	13/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
14/04/2003	JO	Pluie	Non	100.0%	0	14/05/2003	JO	Bonne	Non	96.7%	1	14/06/2003	WE				
15/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	15/05/2003	JO	Bonne	Non	99.2%	1	15/06/2003	WE				
16/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	16/05/2003	JO	Bonne	Non	99.2%	1	16/06/2003	JO	Bonne	Non	80.4%	1
17/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	17/05/2003	WE					17/06/2003	JO	Bonne	Non	89.2%	1
18/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	18/05/2003	WE					18/06/2003	JO	Bonne	Non	98.3%	1
19/04/2003	WE					19/05/2003	JO	pluie	Non	100.0%	0	19/06/2003	JO	Bonne	oui	99.2%	0
20/04/2003	WE	Pluie				20/05/2003	JO	Bonne	Non	96.7%	1	20/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
21/04/2003	JF	Bonne	Non	100.0%	0	21/05/2003	JO	Bonne	Non	99.6%	1	21/06/2003	WE				
22/04/2003	JO	Bonne	Non	97.9%	1	22/05/2003	JO	Bonne	Non	99.2%	1	22/06/2003	WE				
23/04/2003	JO	Pluie	Non	100.0%	0	23/05/2003	JO	Bonne	Non	99.2%	1	23/06/2003	JO	Bonne	Non	98.3%	1
24/04/2003	JO	Bonne	Oui	100.0%	0	24/05/2003	WE					24/06/2003	JO	Bonne	Non	98.3%	1
25/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	25/05/2003	WE					25/06/2003	JO	Bonne	oui	98.8%	0
26/04/2003	WE	Pluie				26/05/2003	JO	Bonne	Non	97.9%	1	26/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
27/04/2003	WE					27/05/2003	JO	Bonne	Non	92.9%	1	27/06/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1
28/04/2003	JO	Bonne	Non	99.6%	1	28/05/2003	JO	Bonne	Non	76.3%	0	28/06/2003	WE				
29/04/2003	JO	Bonne	Non	100.0%	1	29/05/2003	JO	Bonne	Non	0.0%	0	29/06/2003	WE				
30/04/2003	JO	Pluie	Non	100.0%	0	30/05/2003	JO	Bonne	Non	98.8%	1	30/06/2003	JO	Pluie	Non	97.50%	0
						31/05/2003	WE										
Nb jours retenus				14		Nb jours retenus				13		Nb jours retenus				12	

*TJ : Type de Jour; JO=Jour Ouvrable, JF=Jour Férié , WE=Week-End.
**TD : Taux de disponibilité des données QTV 6mn de la journée

Tableau 17 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2006, sens Province-Paris-, après aménagement

Sélection des jours						Site : A4W7.05											
avr-06						mai-06						juin-06					
Date	Critères			Chaussée		Date	Critères			Chaussée		Date	Critères			Chaussée	
	TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu
01/04/2006	WE					01/05/2006	JF	Bonne	Non	0%	0	01/06/2006	JO	Pluie	Non	100%	0
02/04/2006	WE					02/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	02/06/2006	JO	Bonne	Non	100%	1
03/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	03/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	03/06/2006	WE				
04/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	04/05/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0	04/06/2006	WE				
05/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	05/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	05/06/2006	JF	Bonne	Non	100%	0
06/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	06/05/2006	WE	Pluie				06/06/2006	JO	Bonne	Non	100%	1
07/04/2006	JO	Bonne	Non	0%	0	07/05/2006	WE					07/06/2006	JO	Bonne	Non	100%	1
08/04/2006	WE					08/05/2006	JF	Pluie	Non	100%	0	08/06/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0
09/04/2006	WE					09/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	09/06/2006	JO	Bonne	Non	100%	1
10/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	10/05/2006	JO	Bonne	Non	95%	1	10/06/2006	WE				
11/04/2006	JO	Pluie	Non	100%	0	11/05/2006	JO	Bonne	Non	97%	1	11/06/2006	WE	Pluie			
12/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	12/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	12/06/2006	JO	Bonne	Voie auxiliair e fermée	100%	0
13/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	13/05/2006	WE					13/06/2006	JO	Bonne		100%	0
14/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	14/05/2006	WE					14/06/2006	JO	Bonne		100%	0
15/04/2006	WE					15/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	15/06/2006	JO	Bonne		93%	0
16/04/2006	WE					16/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	16/06/2006	JO	Bonne		100%	0
17/04/2006	JF	Bonne	Non	0%	0	17/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	17/06/2006	WE				
18/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	18/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	18/06/2006	WE				
19/04/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0	19/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	19/06/2006	JO	Bonne		100%	0
20/04/2006	JO	Pluie	Non	100%	0	20/05/2006	WE					20/06/2006	JO	Bonne		100%	0
21/04/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0	21/05/2006	WE					21/06/2006	JO	Bonne		100%	0
22/04/2006	WE					22/05/2006	JO	Bonne	Non	99%	1	22/06/2006	JO	Bonne		100%	0
23/04/2006	WE					23/05/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0	23/06/2006	JO	Bonne		100%	0
24/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	24/05/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0	24/06/2006	WE				
25/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	25/05/2006	JF	Pluie	Non	0%	0	25/06/2006	WE	Pluie			
26/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	26/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	26/06/2006	JO	Bonne	Non	100%	1
27/04/2006	JO	Bonne	Oui	100%	0	27/05/2006	WE					27/06/2006	JO	Bonne	Voie auxiliair e fermée	100%	0
28/04/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	28/05/2006	WE					28/06/2006	JO	Bonne		100%	0
29/04/2006	WE					29/05/2006	JO	Bonne	Non	95%	1	29/06/2006	JO	Bonne		100%	0
30/04/2006	WE					30/05/2006	JO	Bonne	Non	100%	1	30/06/2006	JO	Bonne		98%	0
Nb jours retenus				13		Nb jours retenus				16		Nb jours retenus				5	

*TJ : Type c : Pour disqualifier les données en raison de la non disponibilité des données de la Voie auxiliaire durant ses horaires d'ouverture à la circulation

**TD : Taux de disponibilité des données QTV 6mn de la journée

Tableau 18 : Sélection des mois d'avril, mai et juin 2006, sens Province-Paris-, après aménagement

Sélection des jours						Site : A4Y6.14											
avr-06						mai-06						juin-06					
Date	Critères			Chaussée		Date	Critères			Chaussée		Date	Critères			Chaussée	
	TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu		TJ*	Météo	Incident	TD**	Retenu
01/04/2006	WE					01/05/2006	JF	Bonne	Non	0%	0	01/06/2006	JO	Pluie	Non	93%	0
02/04/2006	WE					02/05/2006	JO	Bonne	Oui	80%	0	02/06/2006	JO	Bonne	Non	95%	1
03/04/2006	JO	Bonne	Oui	88%	0	03/05/2006	JO	Bonne	Non	79%	0	03/06/2006	WE				
04/04/2006	JO	Bonne	Non	84%	1	04/05/2006	JO	Bonne	Non	89%	1	04/06/2006	WE				
05/04/2006	JO	Bonne	Non	88%	1	05/05/2006	JO	Bonne	Non	95%	1	05/06/2006	JF	Bonne	Non	92%	0
06/04/2006	JO	Bonne	Oui	88%	0	06/05/2006	WE	Pluie				06/06/2006	JO	Bonne	Non	91%	1
07/04/2006	JO	Bonne	Non	0%	0	07/05/2006	WE					07/06/2006	JO	Bonne	Non	93%	1
08/04/2006	WE					08/05/2006	JF	Pluie	Non	94%	0	08/06/2006	JO	Bonne	Non	94%	1
09/04/2006	WE					09/05/2006	JO	Bonne	Non	90%	1	09/06/2006	JO	Bonne	Oui	98%	0
10/04/2006	JO	Bonne	Non	24%	0	10/05/2006	JO	Bonne	Non	86%	1	10/06/2006	WE		Oui		
11/04/2006	JO	Pluie	Non	43%	0	11/05/2006	JO	Bonne	Non	90%	1	11/06/2006	WE	Pluie	Oui		
12/04/2006	JO	Bonne	Non	94%	1	12/05/2006	JO	Bonne	Non	94%	1	12/06/2006	JO	Bonne	Voie auxiliaire fermée	94%	0
13/04/2006	JO	Bonne	Non	91%	1	13/05/2006	WE				13/06/2006	JO	Bonne	90%		0	
14/04/2006	JO	Bonne	Non	94%	1	14/05/2006	WE				14/06/2006	JO	Bonne	90%		0	
15/04/2006	WE					15/05/2006	JO	Bonne	Non	88%	1	15/06/2006	JO	Bonne		86%	0
16/04/2006	WE					16/05/2006	JO	Bonne	Non	90%	1	16/06/2006	JO	Bonne		96%	0
17/04/2006	JF	Bonne	Non	0%	0	17/05/2006	JO	Bonne	Non	93%	1	17/06/2006	WE				
18/04/2006	JO	Bonne	Non	89%	1	18/05/2006	JO	Bonne	Oui	95%	0	18/06/2006	WE				
19/04/2006	JO	Bonne	Non	91%	1	19/05/2006	JO	Bonne	Non	96%	1	19/06/2006	JO	Bonne		91%	0
20/04/2006	JO	Pluie	Non	93%	0	20/05/2006	WE				20/06/2006	JO	Bonne	91%		0	
21/04/2006	JO	Bonne	Non	98%	1	21/05/2006	WE				21/06/2006	JO	Bonne	92%		0	
22/04/2006	WE					22/05/2006	JO	Bonne	Oui	81%	0	22/06/2006	JO	Bonne		99%	0
23/04/2006	WE					23/05/2006	JO	Bonne	Non	93%	1	23/06/2006	JO	Bonne	Non	96%	1
24/04/2006	JO	Bonne	Oui	78%	0	24/05/2006	JO	Bonne	Non	91%	1	24/06/2006	WE				
25/04/2006	JO	Bonne	Oui	75%	0	25/05/2006	JF	Pluie	Non	0%	0	25/06/2006	WE	Pluie			
26/04/2006	JO	Bonne	Non	84%	1	26/05/2006	JO	Bonne	Non	92%	1	26/06/2006	JO	Bonne	Voie auxiliaire fermée	91%	0
27/04/2006	JO	Bonne	Non	72%	0	27/05/2006	WE				27/06/2006	JO	Bonne	89%		0	
28/04/2006	JO	Bonne	Non	93%	1	28/05/2006	WE				28/06/2006	JO	Bonne	94%		0	
29/04/2006	WE					29/05/2006	JO	Bonne	Oui	87%	0	29/06/2006	JO	Bonne		93%	0
30/04/2006	WE					30/05/2006	JO	Bonne	Non	92%	1	30/06/2006	JO	Bonne	98%	0	
Nb jours retenus			10			Nb jours retenus			14			Nb jours retenus			5		

*TJ : Type c: Pour disqualifier les données en raison de la non disponibilité des données de la Voie auxiliaire durant ses horaires d'ouverture à la circulation

**TD : Taux de disponibilité des données QTV 6mn de la journée

*TJ : Type c : Pour disqualifier les données en raison de la non disponibilité des données de la Voie auxiliaire durant ses horaires d'ouverture à la circulation
 **TD : Taux de disponibilité des données QTV 6mn de la journée

ANNEXE 2 : POINTS (Q, TO) ET (V,Q) SUR LE TRONC COMMUN A4-A86

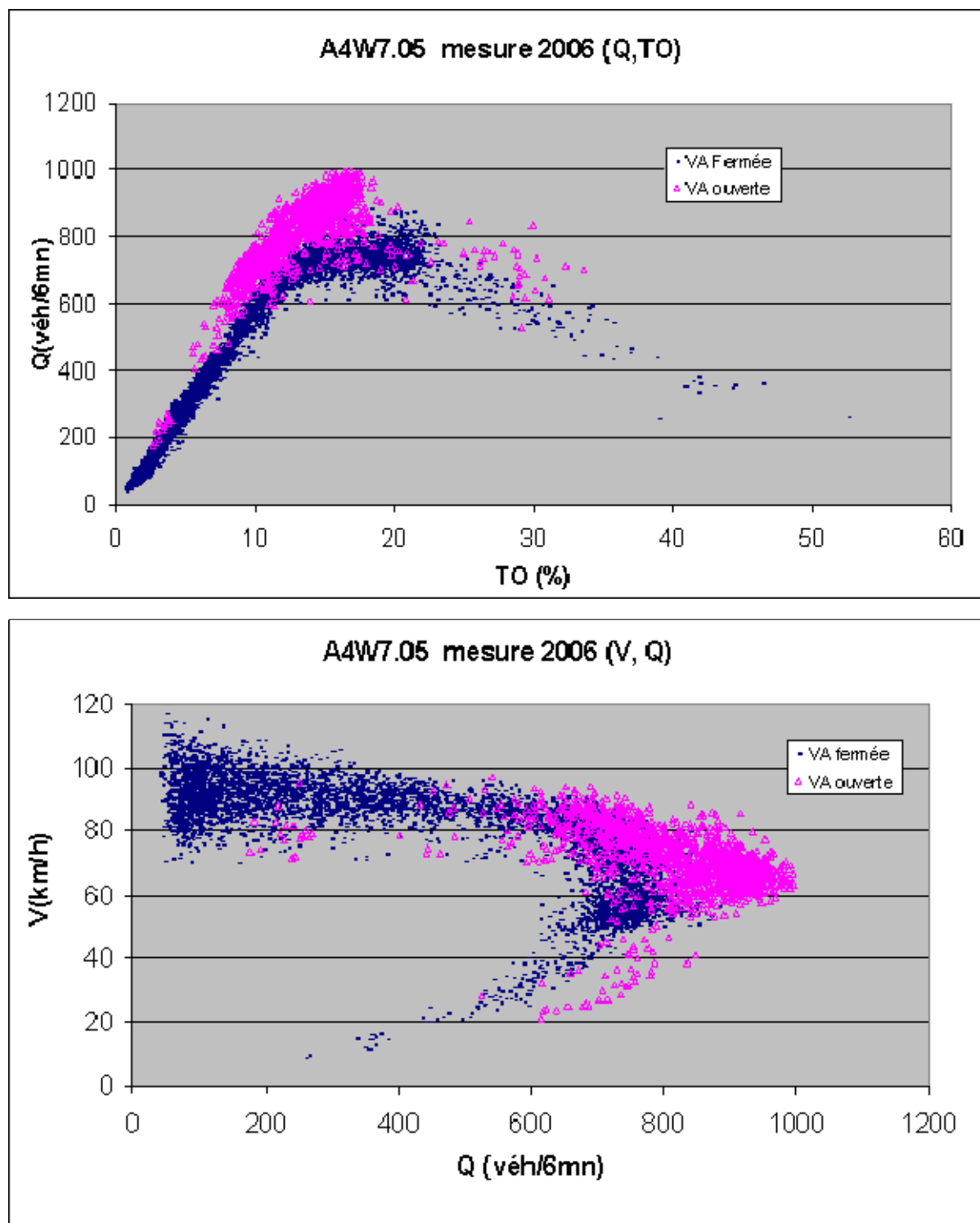


Figure 39 : Nuage de points (Q, TO) et (V, Q) de la station A4W7.05 des jours sélectionnés en 2006

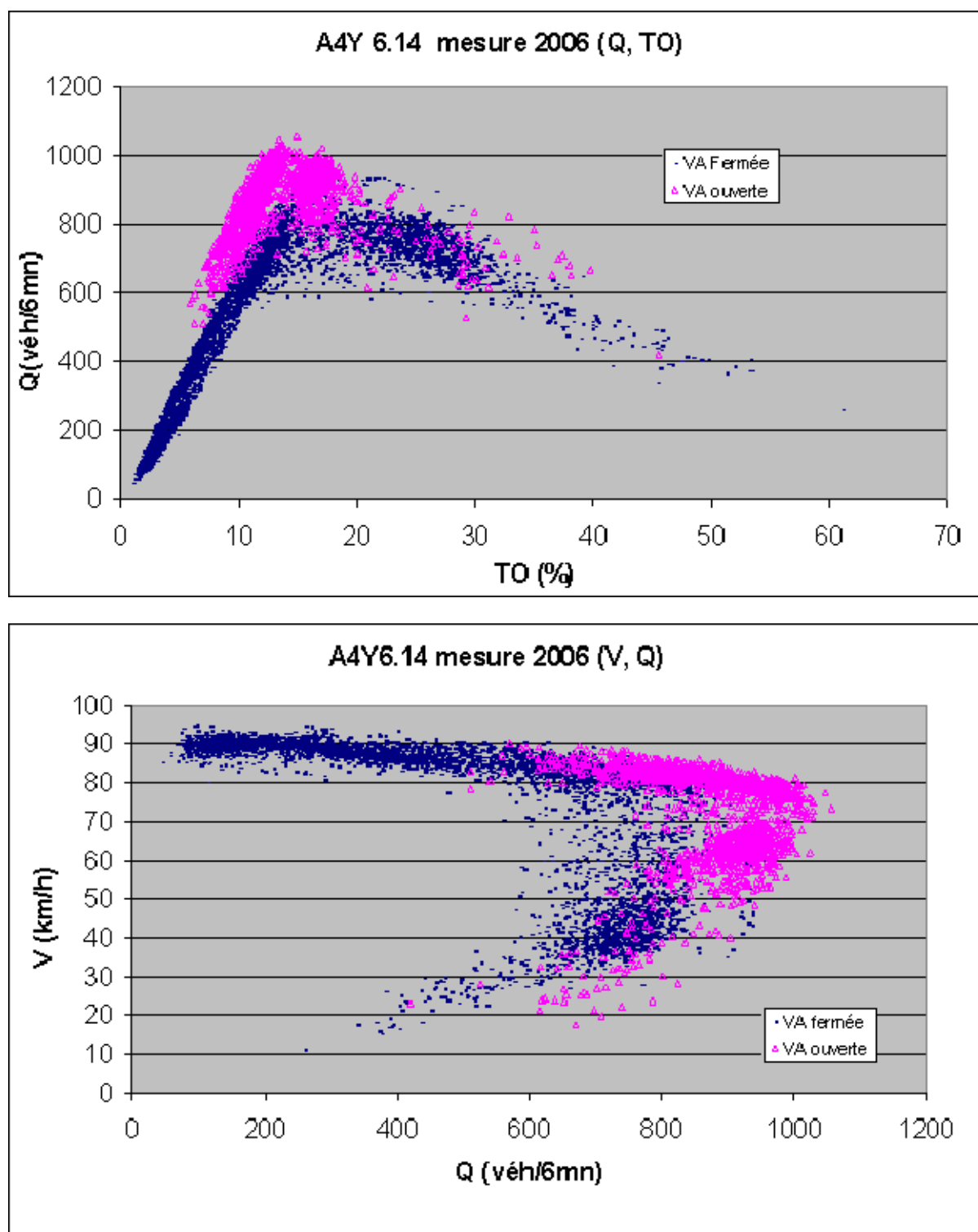


Figure 40 : Nuage de points (Q, TO) et (V, Q) de la station A4Y6.14 des jours sélectionnés en 2006

ANNEXE 3 : COURBES CALIBRÉES SUR LE TRONC COMMUN A4-A86

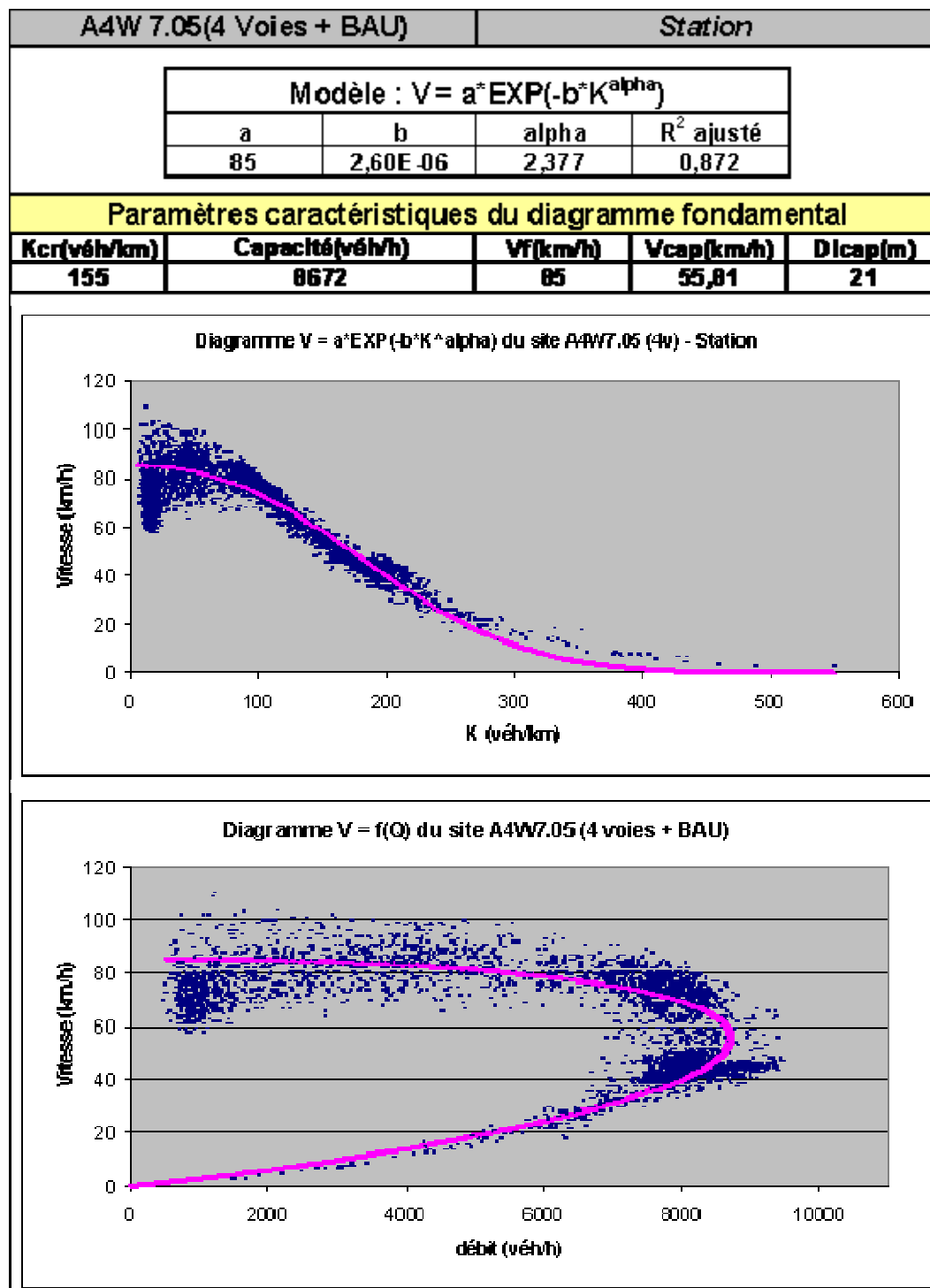


Figure 41: Calibrage chaussée (station), sens Province-Paris, avant aménagement

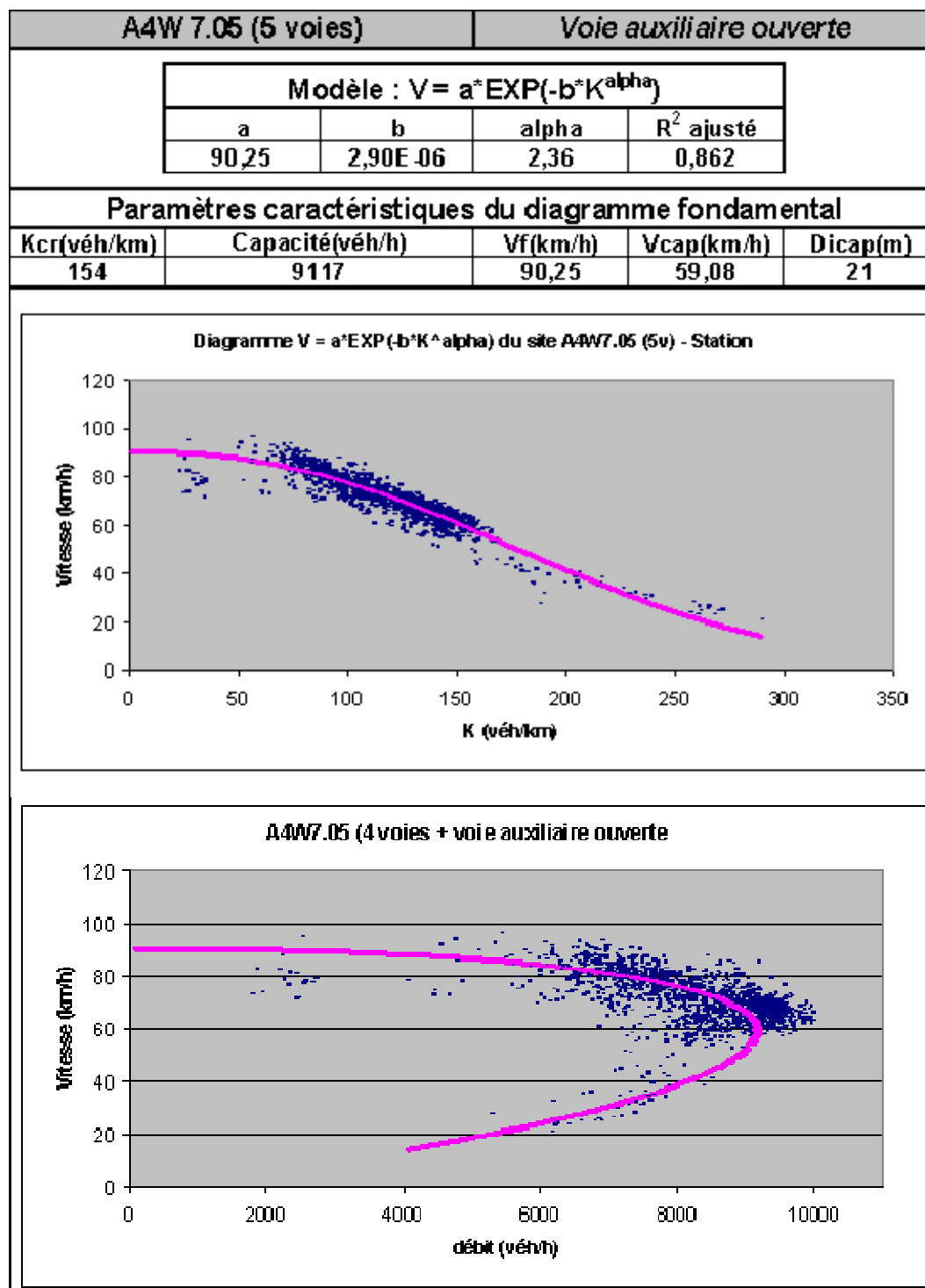


Figure 42 : Calibrage chaussée (station), sens Province-Paris, après aménagement

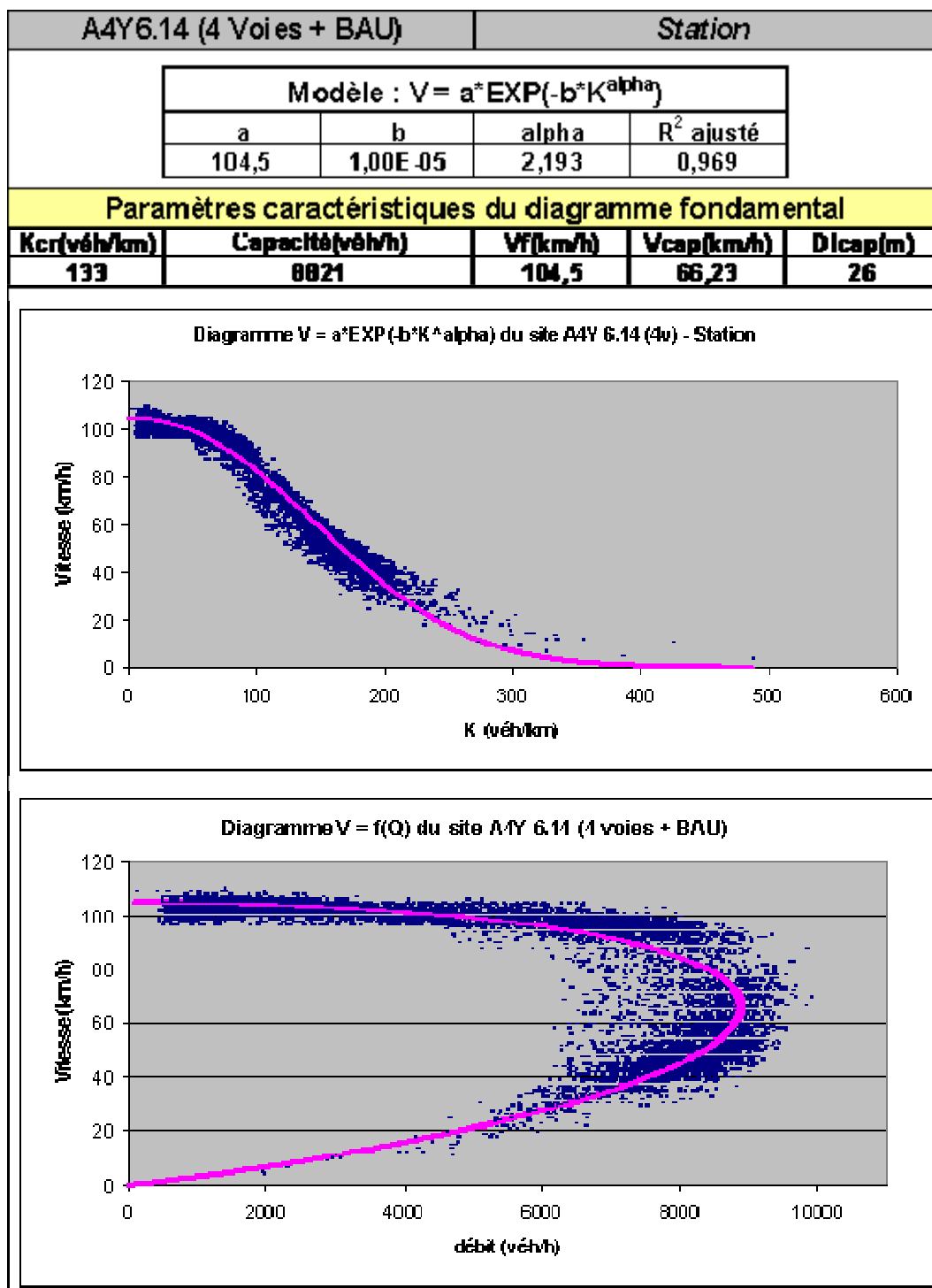


Figure 43 : Calibrage chaussée (station), sens Paris-Provence, avant aménagement

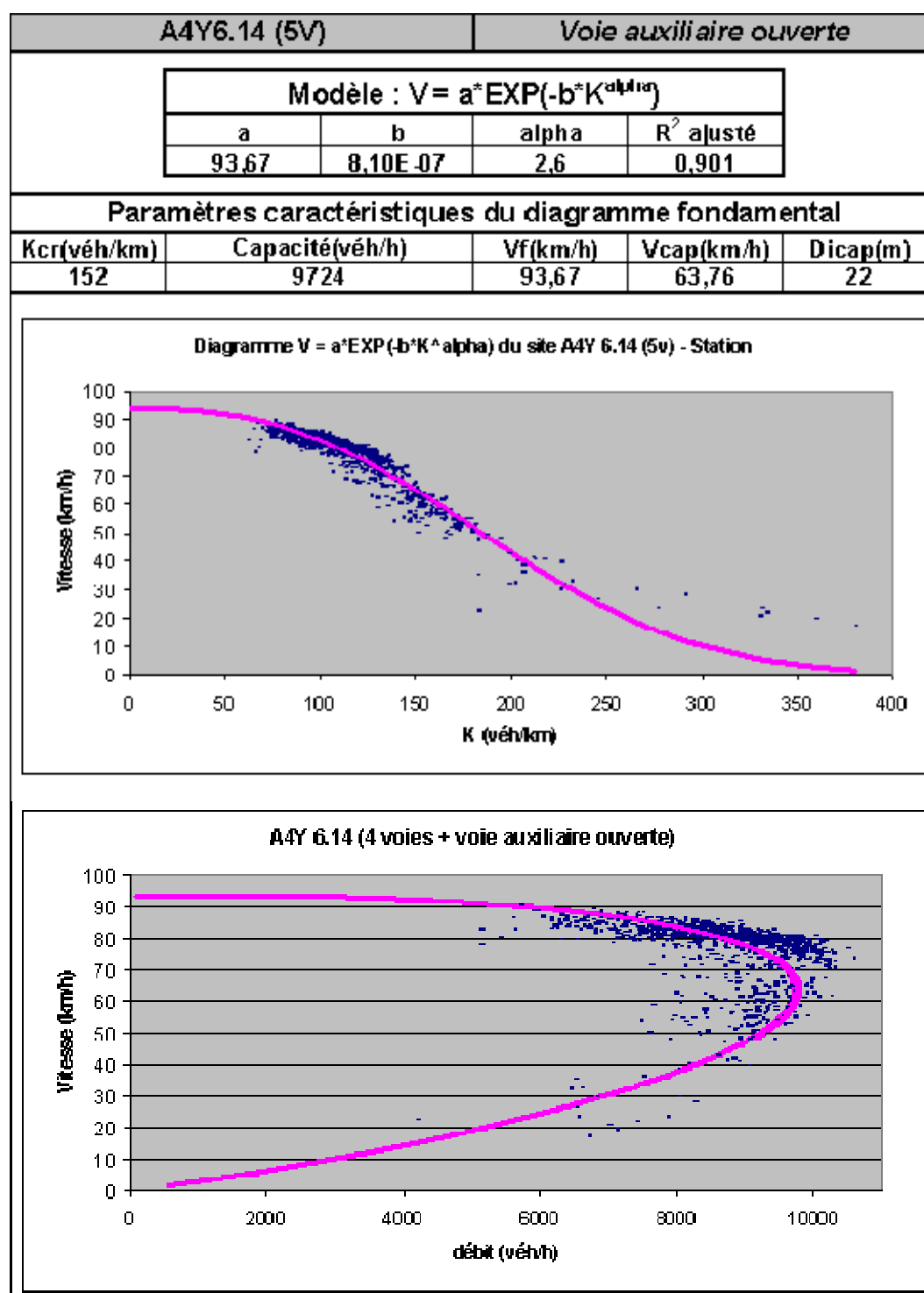


Figure 44 : Calibrage pour la chaussée (station), sens Paris-Provence, après aménagement

BIBLIOGRAPHIE

Cohen S. (1993) Ingénierie du trafic routier : éléments de théorie du trafic et applications, Presses de l'ENPC, Paris (édition 1993).

Cohen S. (2001) Aménagement du tronc commun A3-A86 en Seine-Saint-Denis : Évaluation d'impact sur le niveau de service, Convention DDE 93 n° F00-22, juin 2001.

Cohen S., (2004) La gestion dynamique des voies : quels effets sur la congestion et la sécurité ? Analyse d'un exemple francilien, Revue Infrastructures et Mobilité, n°32, février 2004.

Cohen S., (2005) La gestion dynamique des voies : un outil efficace d'exploitation des autoroutes, Revue Générale des Routes, n°842, septembre, pages 33-38.

Cohen S., (2007) L'impact de la voie auxiliaire sur le fonctionnement du tronc commun A4-A86, Revue Infrastructures et Mobilité, n°68, mai 2007.

Highway Capacity Manual (2000) Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C.