

## Optimisation du trafic sur le pont de Cheviré Méthodologie d'évaluation et résultats





# SOMMAIRE

<b>1 CONTEXTE ET OBJECTIFS.....</b>	<b>4</b>
<b>2 ETAPES PRÉCÉDENTES ET LEUR ÉVALUATION.....</b>	<b>5</b>
<b>3 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION ET OUTILS DÉVELOPPÉS.....</b>	<b>6</b>
3.1 Données utilisées.....	6
3.1.1.1 SIREDO.....	6
3.1.1.2 FCD.....	6
3.1.1.3 Main courante.....	7
3.2 Périodes d'évaluation retenues.....	7
3.3 Développements d'outils pour l'exploitation des données de trafic.....	8
3.4 Filtrage des données.....	8
3.5 Calculs d'indicateurs.....	8
3.5.1 Données SIREDO.....	9
3.5.2 Données FCD.....	9
3.5.3 Main courante.....	9
<b>4 RÉSULTATS : IMPACT DE LA VAE AVEC RÉGULATION D'ACCÈS.....</b>	<b>9</b>
<b>5 CONCLUSIONS.....</b>	<b>13</b>
<b>6 BIOGRAPHIE DES AUTEURS.....</b>	<b>14</b>

# 1 Contexte et objectifs

La DIR Ouest et ses partenaires ont lancé depuis 2015 une démarche d'optimisation du trafic sur le périphérique Ouest extérieur de Nantes.

La première phase a consisté à la mise en service d'un dispositif de régulation de plusieurs accès en amont du pont de Cheviré (franchissement ouest de Loire) dans le sens Nord-Sud afin de retarder l'apparition de la congestion liée au passage de 3 à 2 voies. Cette première phase a fait l'objet d'une évaluation de son fonctionnement, de son impact sur le trafic et son acceptabilité en 2015.

La seconde phase a consisté à créer une voie entre l'échangeur en aval du pont (Porte de L'Estuaire) et celui juste en amont (Porte de Bouguenais). Cette nouvelle voie, longue de 2 km, est une Voie Auxiliaire d'Entrecroisement (VAE) et a été mise en service le 21/09/2015. La vitesse réglementaire a été baissée de 20km/h et est désormais de 70 km/h.

La géométrie spécifique du pont de Cheviré a imposé certaines dérogations aux règles de l'art pour la conception de la VAE. Cette dérogation implique qu'une évaluation soit réalisée afin de vérifier le bon fonctionnement de l'infrastructure (en termes de sécurité, écoulement du trafic, etc.) et que les objectifs du projet soient bien atteints.

Les objectifs de l'aménagement visent en premier lieu à améliorer les conditions de circulation sans dégrader la sécurité routière.

Le Cerema Ouest a réalisé une évaluation de l'impact de cette nouvelle voie sur le périphérique. Cette évaluation a été complétée par LEE Ingénierie sur le réseau connexe.

Le périmètre géographique de l'étude réalisée par le Cerema est représenté sur la figure suivante.



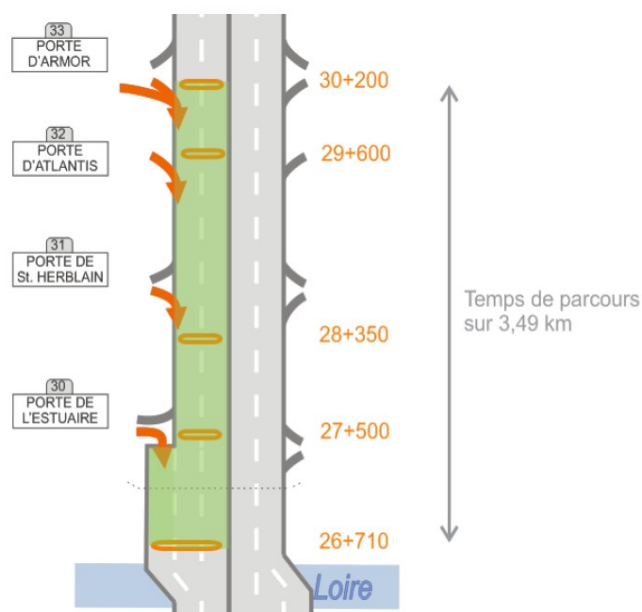
Plusieurs sources de données ont été exploitées pour mener à bien cette évaluation :

- des données de stations SIREDO
- les mains courantes du CIGT
- des données FCD Autoroutes Trafic

## 2 Etapes précédentes et leur évaluation

Suite à la mise en service de la régulation d'accès en mars 2015 par la DIR Ouest, son fonctionnement et son impact sur le trafic sur la section régulée ont fait l'objet d'une première phase d'évaluation sur la période mai-juin 2015.

La section régulée correspond à la distance parcourue par un usager depuis son insertion Porte d'Armor jusqu'au milieu du Pont de Cheviré.



Dans cette première phase, il était fait le constat que le système s'active pendant l'heure de pointe du soir durant environ 2h30 du lundi au jeudi et jusqu'à 5h le vendredi, avec un taux de respect des feux de plus de 99 %.

La DIR Ouest a cherché à apprécier l'acceptabilité du système par les usagers, notamment via un questionnaire de satisfaction renseigné par 182 usagers via le site internet de la DIR Ouest et des collectivités territoriales. Ce questionnaire faisait ressortir la bonne compréhension de ce dispositif innovant, un impact global positif sur les conditions de trafic malgré une légère dégradation ressentie des conditions de circulation sur les giratoires proches du périphérique.

Le système avait un retour utilisateur (opérateurs du CIGT) plutôt positif, ce qui a notamment conduit à une activation du système

étendue aux périodes de petites vacances solaires suite au retour d'expérience des vacances de la Toussaint.

De façon globale, cette première phase d'évaluation mettait en avant une amélioration des conditions de circulation sur le périphérique dans le sens Nord-Sud. En section courante, le gain de temps moyen aux heures de pointe du soir (16h-19h) sur le tronçon régulé était de 1 min 30 par rapport à un trajet de 6 min 55 auparavant.

La régulation fonctionnait bien sur les Portes d'Atlantis, Saint-Herblain et Estuaire. Cependant, l'évaluation montrait un dysfonctionnement sur la porte d'Armor.

Ainsi, à l'issue de cette phase 1, la DIR Ouest prévoyait, d'une part, d'étudier une nouvelle configuration sur la porte d'Armor et d'autre part, d'étendre le périmètre et le champ de l'évaluation sur le réseau secondaire.

De plus, la mise en œuvre de la voie auxiliaire sur le pont de Cheviré en septembre 2015 conduisait la DIR Ouest à adapter le paramétrage du système.

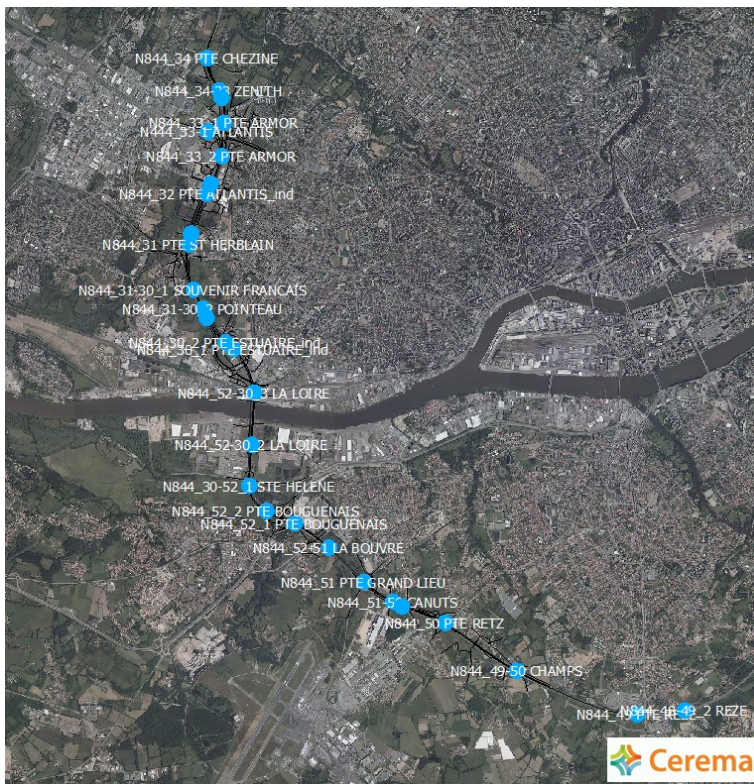
L'expérimentation et l'évaluation de la régulation d'accès ainsi que de la voie auxiliaire se sont ainsi poursuivies dans cette nouvelle configuration.



## 3 Méthodologie d'évaluation et outils développés

### 3.1 Données utilisées

#### 3.1.1.1 SIREDO



La DIR Ouest dispose d'une densité de station SIREDO importante sur le périphérique. Le schéma suivant représente les stations SIREDO dans la zone d'étude.

Les données fournies au Cerema sont des données brutes au format XML comprenant :

- les débits TV
- les vitesses
- les taux d'occupation
- par voie
- agrégées à 6 minutes

Plusieurs des stations de la zone d'étude n'étaient pas opérationnelles pendant les différentes phases de l'évaluation.

#### 3.1.1.2 FCD

Pour pallier l'absence de données SIREDO sur une section importante depuis l'Estuaire et comprenant le pont de Cheviré (absence d'alimentation électrique fin 2015/début 2016), la DIR Ouest a acheté des données de type FCD au fournisseur « Autoroutes Trafic ».

<sup>1</sup>Les données Floating Car Data (FCD) sont produites en temps réel par des terminaux communicants ou applications Smartphones embarqués dans les véhicules circulant sur le réseau routier français.

Une donnée FCD brute contient les informations suivantes:

- Identifiant : permettant de distinguer un véhicule
- Vitesse : la vitesse instantanée calculée par le boîtier communicant
- Cap : le cap calculé par la boussole du boîtier communicant
- Latitude, Longitude : les dernières valeurs calculées par le GPS, sous forme décimale, avec une précision de 5 chiffres après la virgule
- Horodate : avec une précision de la seconde

Les données FCD sont transmises sous forme de trames numériques émises par les terminaux/Smartphones via le réseau GSM/GPRS.

Les données fournies par Autoroute Trafic à la DIR Ouest sont de type :

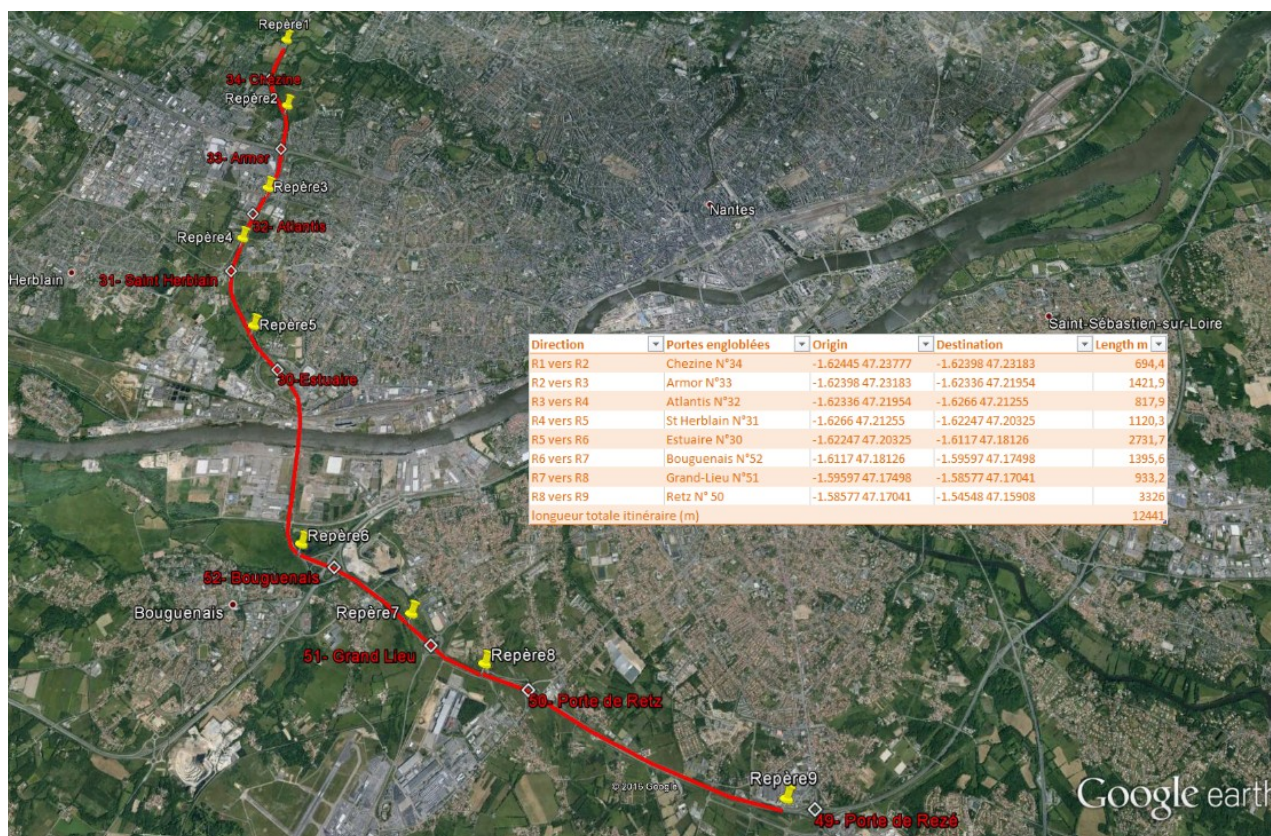
- temps de parcours et vitesses moyennes

<sup>1</sup> Source : mémoire technique Autoroute Trafic en réponse au marché de la DIRO- sept2014

- dans le sens périphérique extérieur
- sur différentes périodes choisies pour l'évaluation
- en ne conservant que les mardis, jeudis et vendredis, hors vacances scolaires,
- en période de pointe du soir (PPS) entre 16h et 20h (période de plus grande influence de la VAE)
- sur des tronçons de longueurs variables

Le Cerema Ouest a déterminé 8 tronçons de données FCD allant de porte de Chézine (n° 34 - PR32) à Porte de Retz (N°50-PR20). Chaque tronçon englobe un échangeur.

Le tableau et la carte suivants décrivent les tronçons retenus pour cette étude.



Les tronçons se situent entre les repères représentés par une « punaise » jaune.

### 3.1.1.3 Main courante

Les données de la main courante informatique (MCI) recueillies par le CIGT de Nantes sur les événements et les conditions de circulation ont été utilisées pour filtrer les jours atypiques en termes de trafic, liés à des événements routiers. L'objectif de l'évaluation était de comparer des périodes où les situations de trafic étaient « classiques », c'est-à-dire sans événement routier perturbant la circulation.

Ces informations ont également été utiles pour comparer les nombres d'événements de type « accidents de la circulation » entre les périodes d'évaluation.

Enfin l'analyse de ces données a aussi permis de limiter la commande des données FCD aux seules journées « classiques » représentatives d'un écoulement normal du trafic.

## 3.2 Périodes d'évaluation retenues

Le tableau suivant présente les différentes périodes qui ont été analysées pour réaliser cette évaluation.



	Périodes calendaires	Périodes horaires	Données utilisées
<b>Sans optimisation</b>	mai-juin 2014	PPS	SIREDO
	nov 2014 - fév 2015	PPM	SIREDO
	nov 2014 - fév 2015	PPS	SIREDO FCD
<b>Régulation d'accès seule</b>	mai-juin 2015	PPS	SIREDO
<b>Avec optimisation</b> Régulation d'accès VAE	nov 2015 - fév 2016	PPM	SIREDO
	nov 2015 - fév 2016	PPS	SIREDO FCD
<b>VAE seule</b> Régulation d'accès éteinte	mai 2016 - juin 2016 jan 2017	PPS	SIREDO

L'exposé réalisé au congrès ATEC ITS France 2016 portait sur l'évaluation de la régulation d'accès seule (comparaison des situations en bleu foncé dans le tableau). La présente communication porte sur les autres périodes. Pour l'évaluation de la VAE seule, les feux de régulation d'accès ont été éteints pendant la période de mai-juin 2016. Cependant l'évaluation n'a pu être conduite en raison des impacts sur le trafic des nombreux jours de grève et pénurie de carburant durant cette période. Une nouvelle période d'extinction des feux est prévue en début d'année 2017.

### 3.3 Développements d'outils pour l'exploitation des données de trafic

Des scripts en Python ont été réalisés pour :

- mettre en évidence les données SIREDO 6min absentes des archives XML fournies par la DIR Ouest. Ce travail a conduit à calculer un taux d'indisponibilité des données sur les différentes périodes d'évaluation sur chacune des stations (pour les boucles situées en section courante) de la zone d'étude ;
- mettre en forme les données SIREDO pour les interfacer avec l'outil de simulation de trafic AIMSUN afin d'utiliser ses fonctionnalités de « SIG dynamiques » pour les analyses spatio-temporelles des données de trafic ;
- exploiter les données FCD dans AIMSUN afin de réaliser des vidéos type « traficolor ».

### 3.4 Filtrage des données

La première étape a consisté à réaliser un filtrage des données disponibles. Elle se décompose en :

- une analyse des données de mains courantes du CIGT de Nantes de la DIR Ouest afin d'éliminer les périodes où la survenue d'un événement est venu perturber l'écoulement du trafic ;
- une analyse des données de trafic SIREDO afin d'éliminer les périodes présentant des données de trafic anormales non signalées dans la main courante du CIGT.

### 3.5 Calculs d'indicateurs

L'ensemble des calculs et analyses ont été faits sur les mardis et jeudis hors jours fériés, ponts, vacances scolaires ou journées perturbées.



### **3.5.1 Données SIREDO**

Pour chacune des périodes d'analyse, les évolutions temporelles des débits et vitesses ont été tracées pour chaque jour retenu ainsi que les valeurs minimales, maximales et moyennes (sur l'ensemble des jours).

Par ailleurs les données SIREDO ont été exploitées sous forme de diagramme fondamentaux afin de bien mettre en évidence les différences de fonctionnement avant et après la mise en service de la VAE.

### **3.5.2 Données FCD**

Plusieurs indicateurs ont été élaborés à l'aide des données FCD :

- temps de parcours moyen et vitesse moyenne par tronçon ;
- temps de parcours moyen sur l'ensemble de l'itinéraire ;
- chroniques des temps de parcours et des vitesses (moyenne, minimum et maximum) pour l'ensemble de l'itinéraire.

Ces indicateurs ont été représentés et analysés sous forme de diagrammes, courbes mais également sous forme de SIG. Des vidéos type « traficolor » ont été réalisées notamment pour leur communication aux différents partenaires.

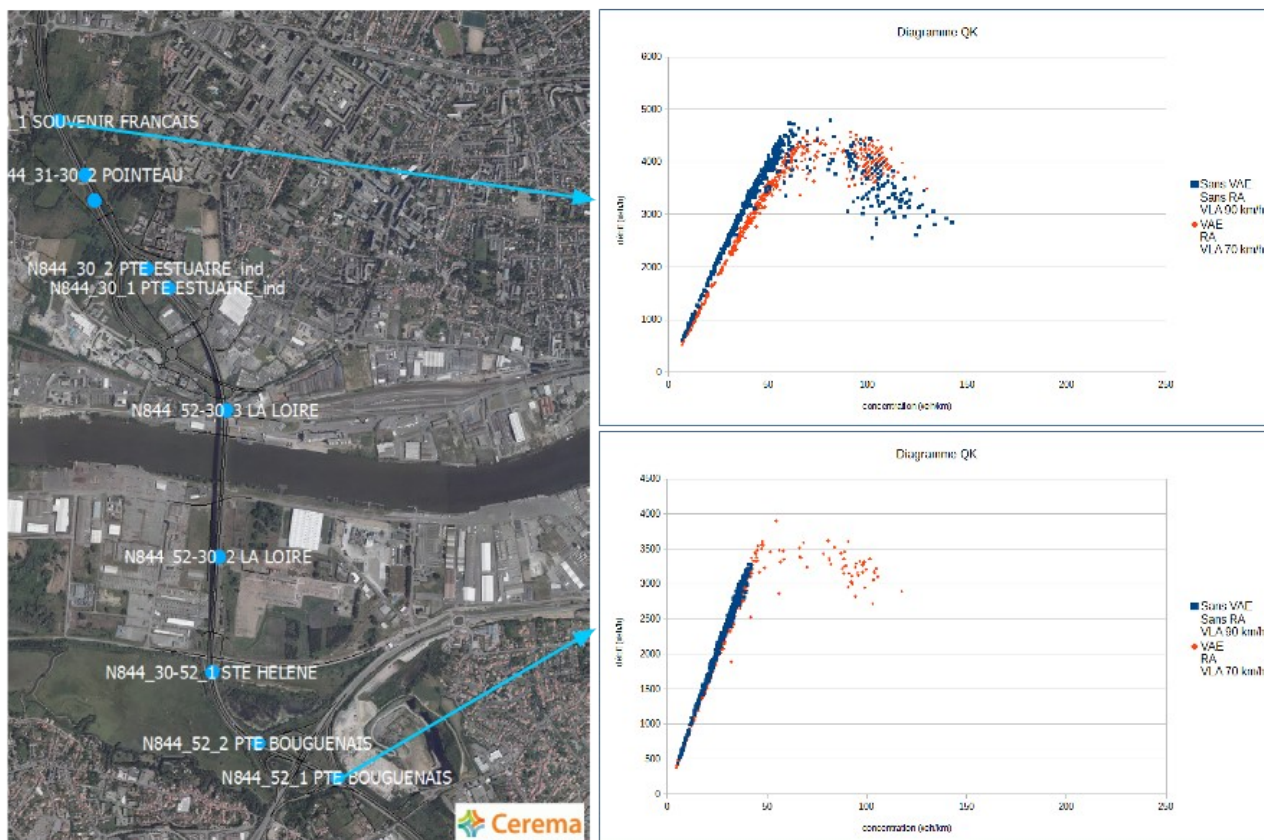
### **3.5.3 Main courante**

Les données de type « accidents de la circulation » saisis dans la main courante du CIGT de la DIRO ont été analysées pour les différentes périodes d'évaluation afin de caractériser une évolution de cet indicateur. Cette première analyse mériterait d'être confortée par une étude sur des périodes plus longues et par un bilan de l'accidentologie corporelle par Concerto.

## 4 Résultats : impact de la VAE avec régulation d'accès

Seuls les résultats les plus marquants sont présentés ici, ils concernent la période de pointe du soir.

Le schéma suivant présente les diagrammes fondamentaux (Débit-Concentration) issues des données SIREDO en amont et en aval du pont de Cheviré avant et après la mise en place de la régulation d'accès et la voie auxiliaire d'entrecroisement.



Les points rouges représentent les valeurs (débit, concentration) avec optimisation du trafic (VAE, limitation à 70km/h et régulation d'accès) et les points bleus la situation antérieure.

En amont du pont de Cheviré, la mise en place des mesures d'optimisation du trafic conduit à modifier le fonctionnement de l'infrastructure :

- les valeurs de débits en congestion sont supérieures à la situation sans optimisation (concentration plus faible donc des vitesses en congestion plus élevées) traduisant une amélioration de l'écoulement ;
- une capacité(débit maximal mesuré) qui semble légèrement plus faible sans doute liée à la baisse de la vitesse limite autorisée à 70km/h.

En aval du pont de Cheviré, on note une modification du fonctionnement avec de nouveaux points en congestion qui n'existaient pas auparavant. L'augmentation des débits en aval conduit à créer de nouvelles zones de congestion.

Le schéma suivant illustre l'évolution des vitesses et des débits 6 minutes en période de pointe du soir.

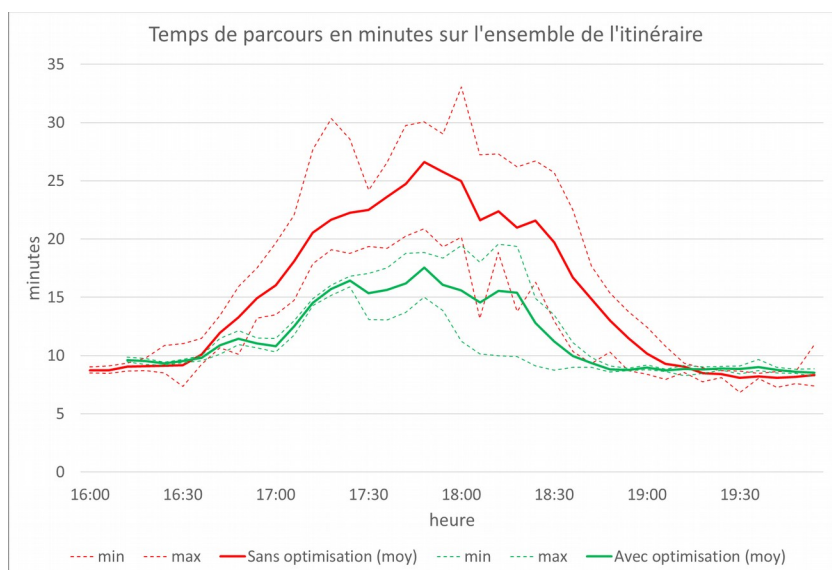


Les pointillés représentent les valeurs minimales et maximales des périodes d'analyse. Les autres courbes représentent les valeurs moyennes.

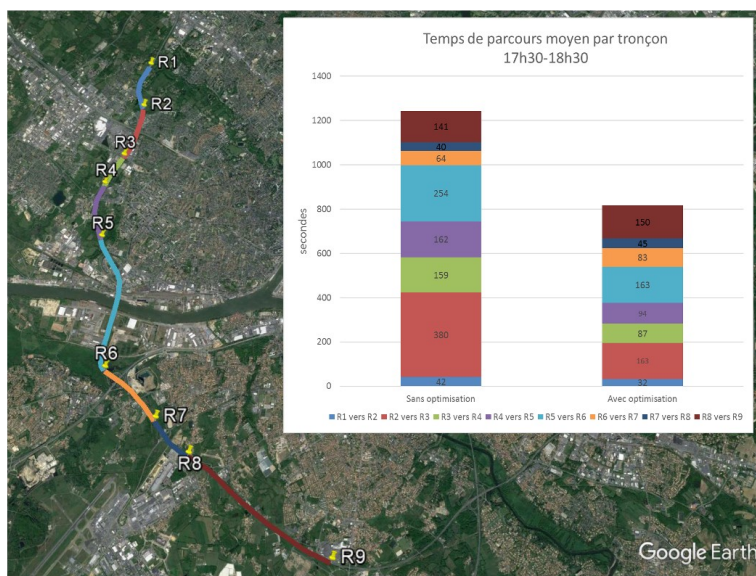
On note clairement l'augmentation des débits en amont et en aval du pont de Cheviré avec une augmentation des vitesses en congestion de l'ordre de 10 km/h en amont et une dégradation des vitesses en aval (apparition d'une nouvelle zone de congestion).

L'analyse des données FCD est venu conforter celles menées avec les données SIREDO en y ajoutant une composante spatiale.

Le graphique ci-contre représente l'évolution temporelle des temps de parcours sur l'ensemble de la zone d'étude pendant la période de pointe du soir.

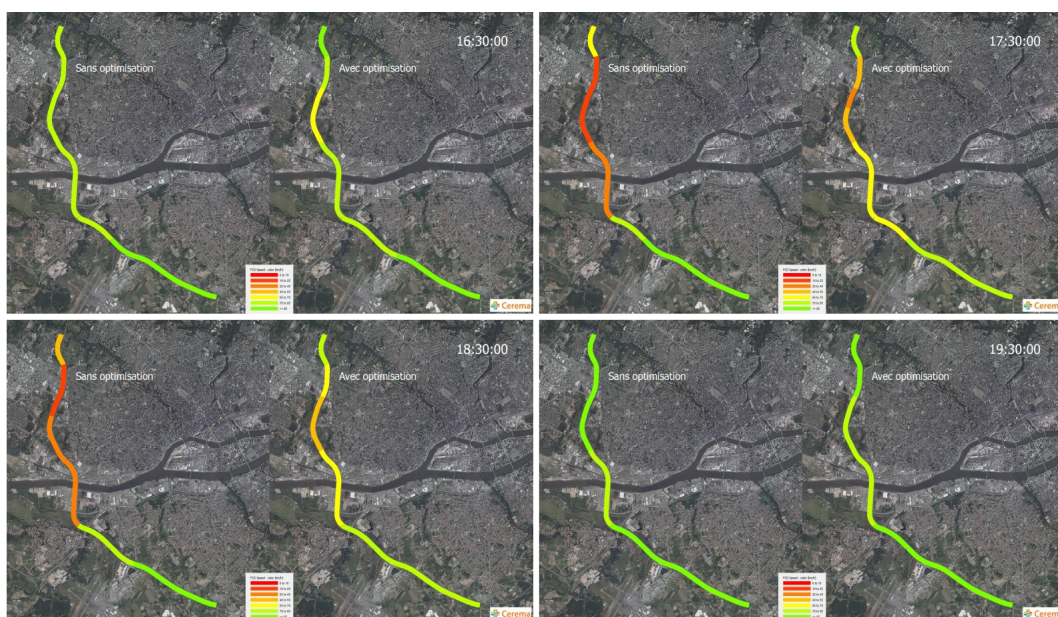






Le schéma ci-contre présente les temps de parcours moyens avec et sans optimisation entre 17h30 et 18h30 pour chacun des tronçons de l'itinéraire ayant fait l'objet d'acquisition de données FCD.

Les moyennes de vitesse issues des données FCD pour les périodes avant et après optimisation du trafic ont permis de réaliser des vidéos comparatives type « traficolor », par pas de 6 minutes, basées sur des classes de vitesses mesurées. Les copies d'écran suivantes représentent cet indicateur à 4 horaires différents de la période de pointe du soir.



## 5 Conclusions

Cette étude a permis de tirer deux types d'enseignement :

- la définition de deux méthodologies distinctes d'évaluation de deux mesures de gestion de trafic comparée et simultanée
- l'utilisation de deux types de données complémentaires.

L'évaluation des mesures de gestion de trafic à Nantes permet de mesurer leur efficacité, d'envisager leur mise œuvre sur d'autres secteurs et de communiquer aux partenaires et aux usagers de la route.

La première phase d'évaluation du dispositif de régulation d'accès a permis de mettre en avant des gains en temps de parcours pour les usagers du périphérique. En revanche cela n'a pas eu d'influence sur la capacité (débit maximal mesuré) de l'infrastructure qui était dictée par le passage de 3 à 2 voies sur le pont de Cheviré.

La mise en œuvre de la voie d'entrecroisement sur le pont de Cheviré a permis une amélioration des temps de parcours sur le périphérique extérieur malgré une légère dégradation en aval de la nouvelle infrastructure.

L'itinéraire reste sur le principe de fonctionnement d'une voie structurante d'agglomération à 2 voies. L'ajout de la VAE permet d'avoir un régime de fonctionnement en congestion en amont du pont moins contraignant qu'auparavant (augmentation des débits et des vitesses).

Ce travail a permis de mettre en évidence la complémentarité entre les données de trafic « nouvelle génération » telles que les données FCD et les données SIREDO.

Une période d'extinction de la régulation d'accès a été programmée pendant un mois entre mai et juin 2016 afin de quantifier les bénéfices de la VAE seule. Cette période n'a pas pu être analysée compte tenu des conséquences sur l'écoulement du trafic des nombreuses manifestations et problèmes de pénurie de carburant durant cette période. Une nouvelle période d'extinction devrait être programmée en début d'année 2017.

Les données de trafic SIREDO restent incontournables pour caractériser le fonctionnement détaillé de l'infrastructure notamment par l'utilisation des diagrammes fondamentaux. Elles restent également pour l'instant des données essentielles pour l'ingénierie du trafic :

- études de fonctionnement du réseau
- algorithmes de régulation dynamique du trafic, dont ceux de régulation d'accès mis en œuvre sur le périphérique Nantais
- modélisation des déplacements

Les données FCD complètent l'approche classique et ponctuelle d'analyse de données SIREDO, permettant de renseigner les exploitants sur les évolutions de temps de parcours sur leur réseau pour des études « temps différé » ou pour des systèmes d'information temps réel à destination des usagers. Elles permettent aussi de palier à l'indisponibilité des données SIREDO liée aux problèmes de maintenance et de vandalisme. Enfin les atouts majeurs des données FCD sont :

- l'historique de données FCD dont dispose désormais les fournisseurs
- l'amélioration constante du taux de pénétration du parc roulant
- l'absence de déploiement et de maintenance d'équipements de collecte de données pour les exploitants

La méthodologie et les outils mis en œuvre, à la fois, pour l'évaluation comparée et/ou simultanée, et sur les données de différents types, pourront être mis à profit et améliorés dans le cadre des SDAGT de la DIR Ouest et de l'évaluation a posteriori des stratégies qui seront mises en œuvre.

## 6 Biographie des auteurs

**Nicolas DITCHI** – 41 ans Cerema Ouest – [nicolas.ditchi@cerema.fr](mailto:nicolas.ditchi@cerema.fr)

Ingénieur de l'école Centrale de Marseille et ingénieur sur titre des travaux publics de l'état depuis 2002.

Directeur de projets en ingénierie de trafic, régulation dynamique et modélisation

Après avoir travaillé sur des projets liés aux systèmes embarqués pour l'aide à la conduite, la gestion du trafic et l'information routière, Nicolas Ditchi travaille depuis une dizaine d'année sur des projets opérationnels, de recherche et d'expertise en lien avec l'ingénierie de trafic, la régulation dynamique du trafic, la modélisation dynamique des déplacements et les systèmes de transports intelligents.

**Marie-Amélie HORVATH** – 39 ans Cerema Ouest – [marie-amelie.horvath@cerema.fr](mailto:marie-amelie.horvath@cerema.fr)

Ingénieur sur titre des Travaux Publics de l'État depuis 2002

Directrice de projets en Systèmes de Transports Intelligents, chef du groupe exploitation

MA Horvath a évolué depuis des fonctions techniques liées aux systèmes télécoms, à l'exploitation de la route, à la modélisation du trafic routier vers des fonctions de coordination et « d'ensemblier » d'études complexes dans le domaine des projets d'infrastructures et de problématiques transport et de systèmes de transports intelligents.

En octobre 2011, elle devient chef du service Connaissance du Trafic et Accidentologie au Cerema Méditerranée.

En janvier 2016, elle rejoint le Cerema Ouest à Nantes, en tant que chef du groupe Exploitation. Elle pilote des projets innovants ou des expérimentations dans le domaine des ITS et de l'optimisation du trafic.

**Laura FRANQUEVILLE** – 27 ans – DIR Ouest – [laura.franqueville@developpement-durable.gouv.fr](mailto:laura.franqueville@developpement-durable.gouv.fr)

Ingénieur des Travaux Publics de l'État depuis 2012

Chef de projets de gestion dynamique de trafic

Après une première expérience sur l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes pouvant impacter l'environnement, Laura Franqueville a rejoint la DIR Ouest en 2015 pour travailler sur les projets de gestion dynamique du trafic et plus particulièrement le projet de Système d'Exploitation du Trafic de l'Agglomération Nantaise (SEXTAN).





### **Cerema Ouest**

MAN – 9 rue René Viviani – BP 46223 – 44262 Nantes cedex 2  
Tel : 02 40 12 83 01 – Fax : 02 40 12 84 44 – mel : DTerOuest@cerema.fr

[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)