



Programme PREDIT- Groupe Opérationnel 2 - Gestion du trafic

Contrat n° 2010 MT CVS 121

Financement : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement

Rapport d'avancement du projet Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution pour l'année 2011

5 Avril 2012

Equipe MOCOPo

Coordination : Christine Buisson
IFSTTAR

MOCOPo *Measuring and mOdelling
traffic COngestion and POLLution*



Résumé

<i>Nom du projet</i>	MOCOPo (Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution).
<i>Début du projet</i>	1er janvier 2011
<i>Durée du projet</i>	36 mois

Contenu du rapport

Le projet MOCOPo vise à améliorer la modélisation de la congestion et des nuisances associées sur les autoroutes urbaines. Il permettra ainsi de mieux comprendre et évaluer l'efficacité des dispositifs de régulation du trafic.

Ce projet passe d'une part par des tâches de mesure, d'autre part par des tâches de modélisation, qui seront réalisées dans un second temps. Le site expérimental choisi est la rocade sud de Grenoble (RN87). Le présent rapport présente les avancées principalement expérimentales réalisées au cours de l'année 2011 :

- Recueil d'images de la RN87 depuis un hélicoptère placé à 500 m d'altitude sur trois sites ;
- Recueil de données de pollution en trois points situés au bord de la RN87 et de niveau de congestion différents et en un point de mesure de la pollution urbaine de fond ;
- Recueils de trafic sur différents capteurs électromagnétiques fixes.

Sommaire

1	INTRODUCTION : RAPPEL DES DIFFERENTES TACHES DE MOCOPO	7
2	TACHE 0 : COORDINATION, GESTION DES DELAIS ET LIVRABLES, DIFFUSION ET VALORISATION DES RESULTATS	8
2.1	Constitution de l'équipe	8
2.2	Réunion de mise en route de l'expérimentation : Le 16 juin 2011.....	8
2.3	Réunion de bilan annuel : le 8 décembre 2011.....	8
2.4	Développement du site WEB.....	9
2.5	Déroulement des doctorats.....	10
2.6	Publications.....	10
3	TACHE 1 : MESURES DE TRAJECTOIRES.....	11
3.1	Dispositif de recueil des images et de définition de la précision de la mesure de position des véhicules	11
3.2	Choix des sites	12
3.3	période et déroulement des recueils	13
3.4	Traitement des images pour construire des trajectoires.....	14
4	TACHE 2 : MESURES DE POLLUTION.....	16
4.1	tache 2.1 : mesure de polluants de bord de route	16
4.2	Tâche 2.2 : détermination du parc circulant	16
4.3	Tâche 2.3 : Mesures à l'échappement.....	17
5	TACHE 3 : MESURES AU SOL : IDENTIFICATION DES VEHICULES ET DONNEES GLOBALES DE TRAFIC.....	18
6	TACHES 4 A 7 : TACHES DE MODELISATION.....	19
7	CONCLUSION : PLANNING.....	21
	ANNEXES	23
	liste des personnes de l'équipe MOCOpo (note : une partie des personnes sont intégrées par le biais du projet Ademe PM-Drive).....	234
	Compte-rendu de la réunion du 16 juin 2011.....	235
	Transparents présentant le projet PM Drive et présentés par Aurélie Charron (LTE) lors de la réunion du 16 juin 2011	31
	Compte-rendu de la réunion du 8 décembre 2011.....	35
	Transparents présentés lors de la réunion du 8 décembre.....	45
	Accord de partenariat signé avec TU Delft pour le partage de code de traitement des images	71

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Les trois tâches de mesure et les quatre tâches de modélisation du projet MOCOpo.....	7
Figure 2 : une page du site web mocopo.ifsttar.fr	9
Figure 3 : En haut, l'équipe des vols MOCOpo en bas les trois caméras fixées à l'avant de l'hélicoptère.	11
Figure 4 : organisation des prises de vues depuis l'hélicoptère.....	12
Figure 5 : Les trois zones de recueil de trajectoires	13
Figure 6 : la première phase de traitement des images collectées par hélicoptère : correction des aberrations optiques, de stabilisation de l'image et de définition de la zone d'intérêt.....	14
Figure 7 : deuxième phase de traitement des images : identification des taches qui bougent par rapport à une image de référence.....	15
Figure 8 : exemple de circuit du camion avec mesure à l'échappement, ici le trajet sur la zone 1. ...	17
Tableau 1 : Périodes de recueil de données de la tâche 1	13
Tableau 2 : Périodes de recueil de données de la tâche 2.1.	16
Tableau 3 : Périodes de recueil de données de la tâche 2.2.	16
Tableau 4 : Recueil de données boucles	18

1 INTRODUCTION : RAPPEL DES DIFFERENTES TACHES DE MOCOPO

Le projet MOCOpo a été accepté par la DRI dans le cadre du programme PREDIT en décembre 2010. Il a donc débuté en janvier 2011. Il a une durée totale de trois ans. Sa structure est basée sur trois tâches de mesure et quatre de modélisation, la base de donnée mise à disposition sur le site web servant à la fois de passerelle entre ces deux activités internes et de vitrine du projet à l'extérieur.

En effet, il a semblé important à l'équipe, dès le départ, de ne pas faire une base de donnée de plus, mais de faire une base de données :

- Permettant de faire des liens entre des mesures réalisées pour les différentes parties de la chaîne trafic/ émission/ diffusion ;
- Complètement documentée et publique, ce qui nous oblige à une qualité de documentation des données qui permettra sa réutilisation dans le temps.

En 2011 la principale activité de l'équipe a consisté à réaliser les mesures de pollution à chacune des quatre saisons, ainsi que pour la campagne de l'automne, l'expérimentation conjointe trafic et pollution sur deux semaines en septembre. Le rapport présenté ici récapitule les travaux menés au cours de l'année 2011, principalement, donc, pour collecter les trajectoires et les données de pollution et de trafic au sol.

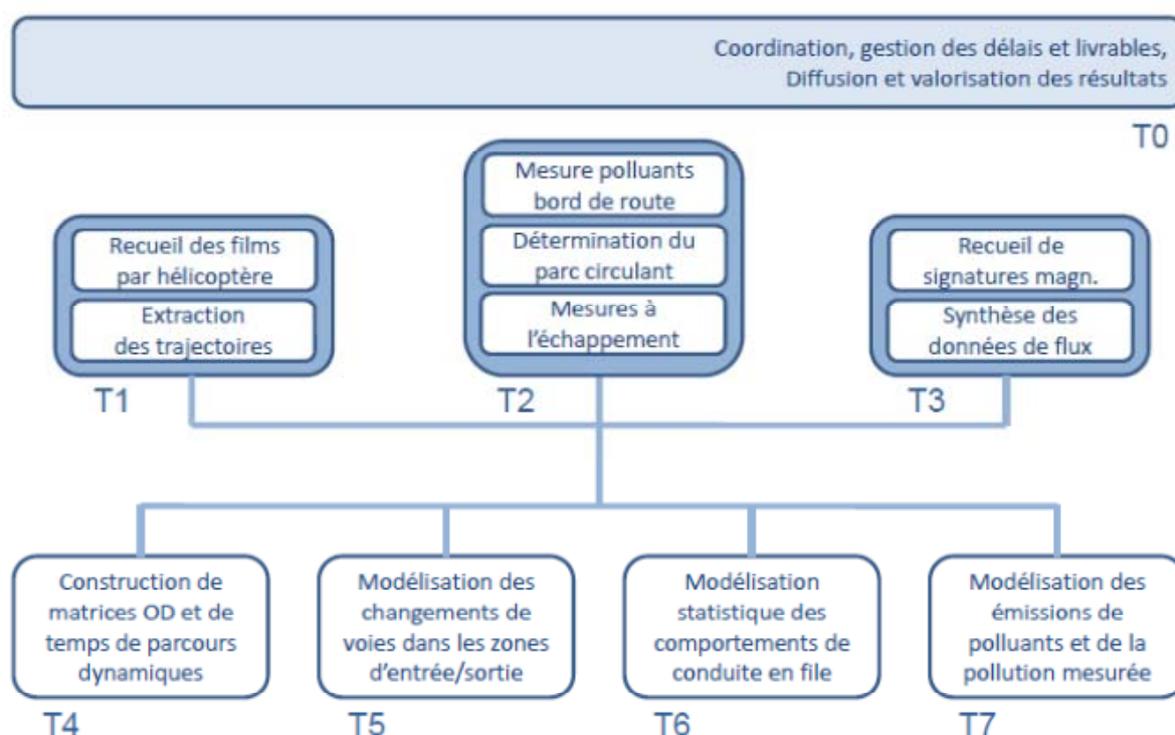


Figure 1 : Les trois tâches de mesure et les quatre tâches de modélisation du projet MOCOpo

Les partenaires du projet sont :

- IFSTTAR (LICIT, LTE, LESCOT, LEPSIS, MI, MACS) Lyon, Paris, Nantes
- INRIA (NECS, unité mixte INRIA CNRS UJF) Grenoble
- MEDDTL (CETE Ouest - DLRC Angers, DIR-CE, CERTU, CETE de Lyon) Angers, Grenoble, Lyon
- Air Rhône-Alpes Grenoble
- CEREAs (ENPC/ EDF R&D) Paris
- ENTPE (LICIT) Lyon

2 TACHE 0: COORDINATION, GESTION DES DELAIS ET LIVRABLES, DIFFUSION ET VALORISATION DES RESULTATS

2.1 CONSTITUTION DE L'ÉQUIPE

L'année 2011 a débuté par la création de l'IFSTTAR qui regroupe dorénavant l'INRETS et le LCPC. Ceci facilite la gestion, le budget étant ainsi concentré pour une part significative sur un seul partenaire. Un avenant à la convention créatrice de MOCOPO sera prochainement soumis à la DRI pour signature et présentera les modifications découlant de cette fusion, ainsi que le changement de raison sociale du partenaire Ascoparg, devenu au premier Janvier 2012, Air Rhône Alpes.

Déjà composée de nombreux partenaires au début de 2011, l'équipe s'est progressivement enrichie au cours de l'année 2011. Ceci c'est déroulé de trois manières :

- Des collègues de l'IFSTTAR qui n'avaient pas explicitement prévu de travailler sur ce projet se sont joints à nous, en nous apportant leurs compétences précieuses et enrichissant le recueil. Il s'agit principalement de :
 - L'équipe Géoloc du département MACS à Nantes, spécialiste de localisation de mobiles par GPS
 - De notre collègue F. Moreau, du LESCOT spécialiste de la collecte de film vidéo
 - Ou encore notre collègue Mathieu Goriaux, nouvellement recruté au LTE et chargé des mesures embarquées de polluants à l'échappement.
- Le premier des recrutements prévus a eu lieu et nous a permis de bénéficier dès septembre 2011 des compétences en traitement d'image et informatique de Laurent Debize.
- L'acceptation par l'ADEME du projet PM Drive, proposé par Aurélie Charron, du LTE-IFSTTAR, déjà impliquée dans MOCOPO, nous a conduit à choisir de faire simultanément les mesures de trafic, de trajectoires, de pollution, d'identification du parc, de mesures de polluants à l'échappement déjà prévues dans MOCOPO avec des mesures extrêmement détaillées grâce au camion de mesure MASSALYA de l'Université de Provence (à la fois sur le nombre de particules mesurées – plus de 300 – et sur la fréquence du recueil) et à d'autres dispositifs de recueil implantés par le LGGE de Grenoble et le LCME de Chambéry. L'équipe PM Drive est donc partiellement intégrée aux travaux de l'équipe MOCOPO.

L'équipe ainsi constitué est donc élargie par rapport à la liste de partenaires présentée page précédente et on trouvera en annexe la liste complète des personnes concernées soit plus d'une trentaine.

2.2 REUNION DE MISE EN ROUTE DE L'EXPERIMENTATION : LE 16 JUIN 2011

Cette réunion a eu lieu le 16 juin 2011 à Grenoble, dans les locaux de la DIR Centre Est. Elle a permis de :

- Faire le bilan sur les deux premières campagnes de recueil de données de pollution avec les stations fixes et mobiles d'Air Rhône Alpes
- Récapituler les différentes tâches à mener à bien pour réaliser l'expérimentation au cours de la semaine du 12 au 16 septembre.

Le compte rendu est joint en annexe.

2.3 REUNION DE BILAN ANNUEL : LE 8 DECEMBRE 2011

Cette réunion a eu lieu le 8 décembre à Lyon, dans les locaux du CERTU. Elle a permis de faire le point sur les sujets suivants :

- Budget ;
- Site web ;
- Avancement et planning tâche 1 ;
- Avancement et planning tâche 2.

Le compte rendu est joint en annexe.

2.4 DEVELOPPEMENT DU SITE WEB

Le développement du site web a été réalisé en partenariat avec un prestataire : WSeils, choisit dès la fin 2011. Ce choix est intervenu après avoir comparé trois devis. Outre le prix, ce qui a motivé notre choix est le fait que ce prestataire a compris notre souhait de partager les données de manière facile avec nos collègues internationaux. De plus, ce prestataire utilise une version récente de Typo3, qui nous permet de maintenir le site par nous même. Nous avons suivi une formation pour cela.

De nombreux allers-retours ont permis de progressivement préciser l'architecture du site et son visuel. Le site web est ouvert avec un contenu hiérarchisé depuis le 23 janvier 2012. Les utilisateurs peuvent :

- Soit consulter les pages ainsi que la liste des documents et des données disponibles ;
- Soit, après une simple déclaration d'identité et un engagement à citer les sources et à nous transmettre les documents produits, accéder à l'ensemble des données stockées sur le site. Au 28 mars 2012, 9 utilisateurs extérieurs au projet (Corée, USA, Australie, France) se sont déclarés.

L'originalité principale du site est de permettre, par une interface avec une carte, mais aussi par une interface d'interrogation de base de données, de sélectionner des données. Ceci est illustré par l'extrait du site présenté ci-dessous. Le site est accessible ici : mocopo.ifsttar.fr.



Figure 2 : une page du site web mocopo.ifsttar.fr

2.5 DEROULEMENT DES DOCTORATS

Parmi les thèses se déroulant actuellement dans des laboratoires du projet MOCOPO cinq sont directement concernées par des sujets du projet. On rappelle ci après le nom du doctorant, son laboratoire, son sujet et les tâches de MOCOPO auxquelles on peut rattacher son sujet :

- Régis Briant (CEREA) « Modélisation de l'impact du trafic routier sur la qualité de l'air » Tâche 7
- David Guilbert (CETE Ouest – DLRC Angers) « Analyse et classification des signatures des véhicules provenant des capteurs magnétiques pour le développement des algorithmes "intelligents" de gestion de trafic » Tâches 3 et 4
- Florian Marczak (LICIT) « Comprendre les origines de la congestion pour mettre en œuvre les régulations adaptées » Tâches 1 et 5
- Jyda MINT-MOUSTAPHA (LEPSIS) « Etude et caractérisation de pelotons de véhicules sur des routes à forte circulation » Tâches 1 et 6
- Lucie Polo (LTE et LGGE) « Caractérisation et impact des émissions de polluants du transport routier méthode d'analyse de la variabilité des émissions apports à l'identification et la modélisation de la contribution des transports à la pollution de l'air en Rhône Alpes » Tâches 2 et 7

Toutes ces thèses se déroulent conformément au calendrier prévu.

2.6 PUBLICATIONS

En cette première année du projet, une seule publication a été réalisée (mais acceptée dans une revue de rang A au sens de l'IFSTTAR). Ce travail permet de proposer des méthodes de correction des erreurs de mesures de trajectoires.

Marczak, F., C. Buisson, New filtering method for trajectory measurement errors and its comparison with existing methods. *Accepted for publication* in Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2012. Papier présenté au TRB 2012 : numéro #12---1556.

3 TACHE 1 : MESURES DE TRAJECTOIRES

3.1 DISPOSITIF DE RECUEIL DES IMAGES ET DE DEFINITION DE LA PRECISION DE LA MESURE DE POSITION DES VEHICULES

Au printemps 2011, nous avons réalisé un premier essai avec un vol en hélicoptère depuis l'aérodrome de Chambley (Meurthe et Moselle). C'est en effet dans ce département qu'est installé notre prestataire de vol : la société l'Europe vue du ciel. Cette société est spécialisée dans les vols en hélicoptère pour des prises de vue. Elle dispose d'un hélicoptère de petit format, relativement économique et disposant d'une trappe à l'avant, ce qui nous a permis d'installer les caméras, ainsi qu'on peut le voir sur la figure suivante. De plus, à l'expérience, nous nous sommes rendu compte que les capacités de pilotage du pilote lui permettent de rester remarquablement stable sur la zone de prise de vues, ce qui permet d'avoir toujours l'intégralité de la zone souhaitée à l'image et ce quelque soit le vent.



Figure 3 : En haut, l'équipe des vols MOCoPo (de gauche à droite Céline Parzani, Christine Buisson, Laurent Debize, Maxime Chatelain (l'Europe vue du ciel), Florian Marczak) ; en bas les trois caméras fixées à l'avant de l'hélicoptère.

Pour compléter le recueil de trajectoires par des informations sur le débit amont et aval, nous avons complété la caméra haute définition (2448x2050 pixels) par l'achat de deux caméras de plus basse définition. Les caméras étaient placées comme illustré sur la figure suivante. Outre les mesures de débit, nous allons réaliser des appariements entre deux images, pour calculer les temps de parcours des véhicules entre l'amont et l'aval de la zone. La figure suivante illustre le dispositif complet de collecte des images.

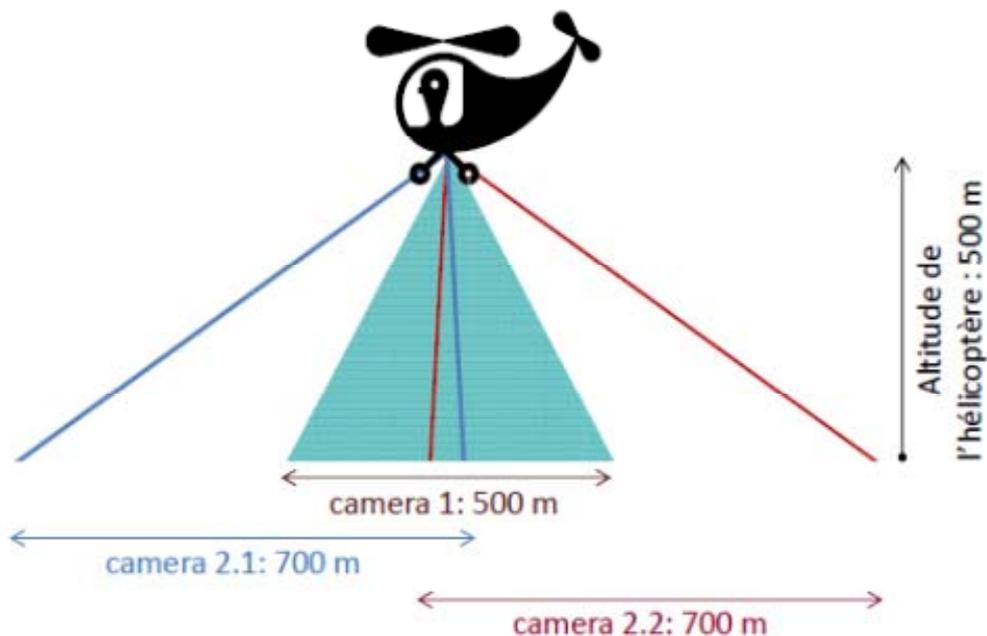


Figure 4 : organisation des prises de vues depuis l'hélicoptère

Par ailleurs, le camion destiné à faire les recueils de mesure de sortie de pot d'échappement (voir plus loin le descriptif de la tâche 2.3) a été équipé d'un GPS sub métrique fourni par l'équipe Geoloc du département MACS de l'IFSTTAR Nantes et son toit peint avec un damier noir et jaune. On peut ainsi comparer la mesure de la position du véhicule à partir des trajectoires individuelles de ce véhicule identifiable à l'image et la mesure de positions issues du GPS embarquée et connues avec une précision de l'ordre de quelques dizaines de centimètres. On pourra donc ainsi mieux estimer la précision des mesures de trajectoires. Malheureusement, en septembre 2011 un problème d'enregistrement a fait que de nombreuses données ont été perdues, l'échantillon n'est pas suffisant pour assurer une bonne mesure de cette précision des localisations des véhicules dans le plan (x,y). Nous essayerons de renouveler cette expérience en 2012 (sur budget propre IFSTTAR).

3.2 CHOIX DES SITES

La figure suivante présente chacun des trois sites. La zone 1 est un site de convergent, la zone 2 un site entre une entrée et une sortie, chacune ayant un flux très faible par rapport au flux de la section courante, la zone 3 quand à elle est la zone d'entrecroisement du Rondeau avec deux entrées et trois sorties. Le choix des sites a fait l'objet d'un travail d'analyse fine des trafics et des heures de congestions sur l'ensemble de la RN87, principalement réalisé dans les locaux de la DIR CE. Cela a conduit à choisir les heures de vols de chaque zone également.

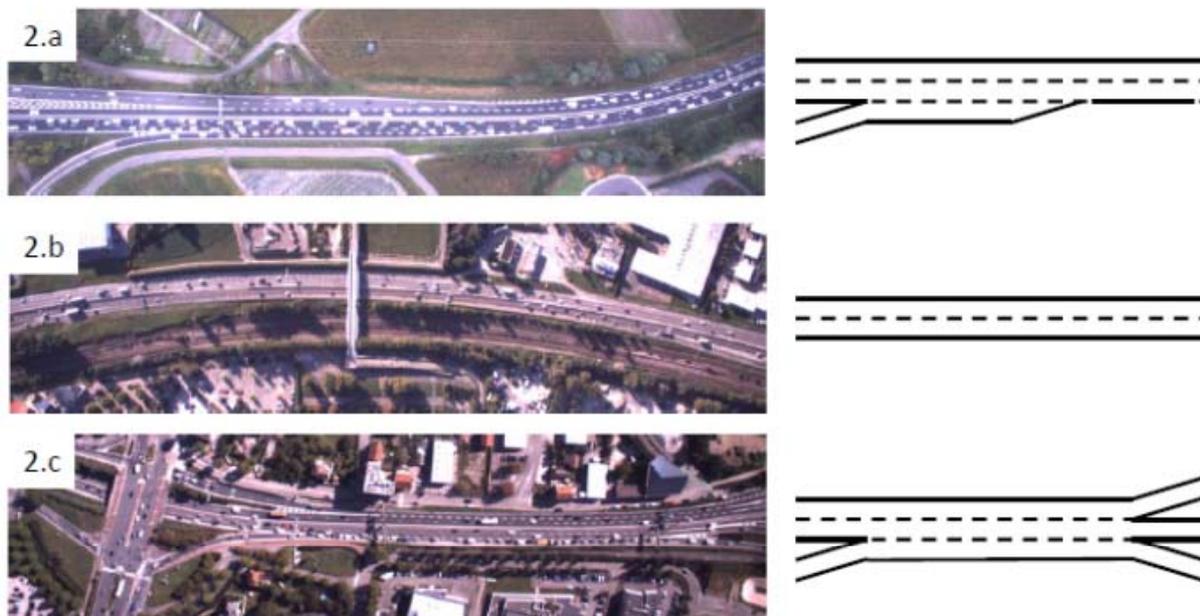


Figure 5: les trois zones de recueil de trajectoires (pour chaque site, c'est le sens interne de circulation - de gauche à droite de l'image- qui sera numérisé en priorité, naturellement pour chaque site l'autre sens de circulation pourrait l'être également). Le schéma à droite simplifie la zone d'étude, avec toujours une lecture de gauche à droite). 2.a zone de convergent (A41 et bretelle en provenance du carrefour de la Carronnerie) PR 9+500¹, 2.b zone sans changement de voies à Eybens, PR 3+600, 2.c : zone d'entrecroisement du Rondeau PR 0+300.

3.3 PERIODE ET DEROULEMENT DES RECUEILS

Les recueils ont eu lieu au cours de la deuxième semaine de septembre : du lundi 12 au vendredi 16. Le tableau ci-dessous récapitule pour chaque jour, les données qui ont été recueillies.

	Zone 1 matin (environ 7h30-8h30)		Zone 2 (environ 8h40-9h40)		Zone 3 (environ 16h45-17h45)	
	Durée	Rmq	Durée	Rmq	Durée	Rmq
Lundi 12	15'	problème de coupure du courant, caméra 1 plus alimentée		il aurait fallu tout éteindre et redémarrer	49'	Rien à signaler
Mardi 13	51'	Pas d'image Cam 2.2 (à l'avant de la zone)	40'	Pas d'image Cam 2.2 (à l'avant de la zone)		problème d'enregistrement
Mercredi 14	3*15'	passages de nuages obligeant à des interruptions, films à 450 m d'altitude, goutte sur caméra 2.2	15'	films pris au départ sur zone 2bis (45' de film supplémentaires)	59'	RAS (interruption de l'enregistrement au bout de 40')
Jeudi 15	59'	RAS	58'	RAS (interruption de l'enregistrement au bout de 10')	60'	RAS
Vendredi 16	60'	RAS	25'	RAS (problème de batterie)	60'	RAS

Tableau 1 : Périodes de recueil de données de la tâche 1

Au total, c'est 7h10 de données complètement disponibles et 8h30 de données analysables.

¹ Le PR est le Point de Repère, c'est une unité utilisée par les exploitants routier et qui peut être assimilée à une mesure de distance. Par exemple le PR 9+600 est situé approximativement à 9,6 km du début de la RN 87 qui est la jonction avec l'A480.

3.4 TRAITEMENT DES IMAGES POUR CONSTRUIRE DES TRAJECTOIRES

Au cours de l'année 2011, nous avons travaillé en lien avec l'Université technologique de Delft (NL) pour établir un partenariat sur les quatre étapes du traitement des images. Ceci a été matérialisé par une convention de partenariat que l'on trouvera en annexe. Avant les vols de septembre, nous avons rencontré en mai nos collègues des Pays Bas, notamment Peter Knoppers, la personne qui a développé le code de traitement numérique des images. Ceci a permis de vérifier que nous étions bien d'accord sur la nature des images à collecter.

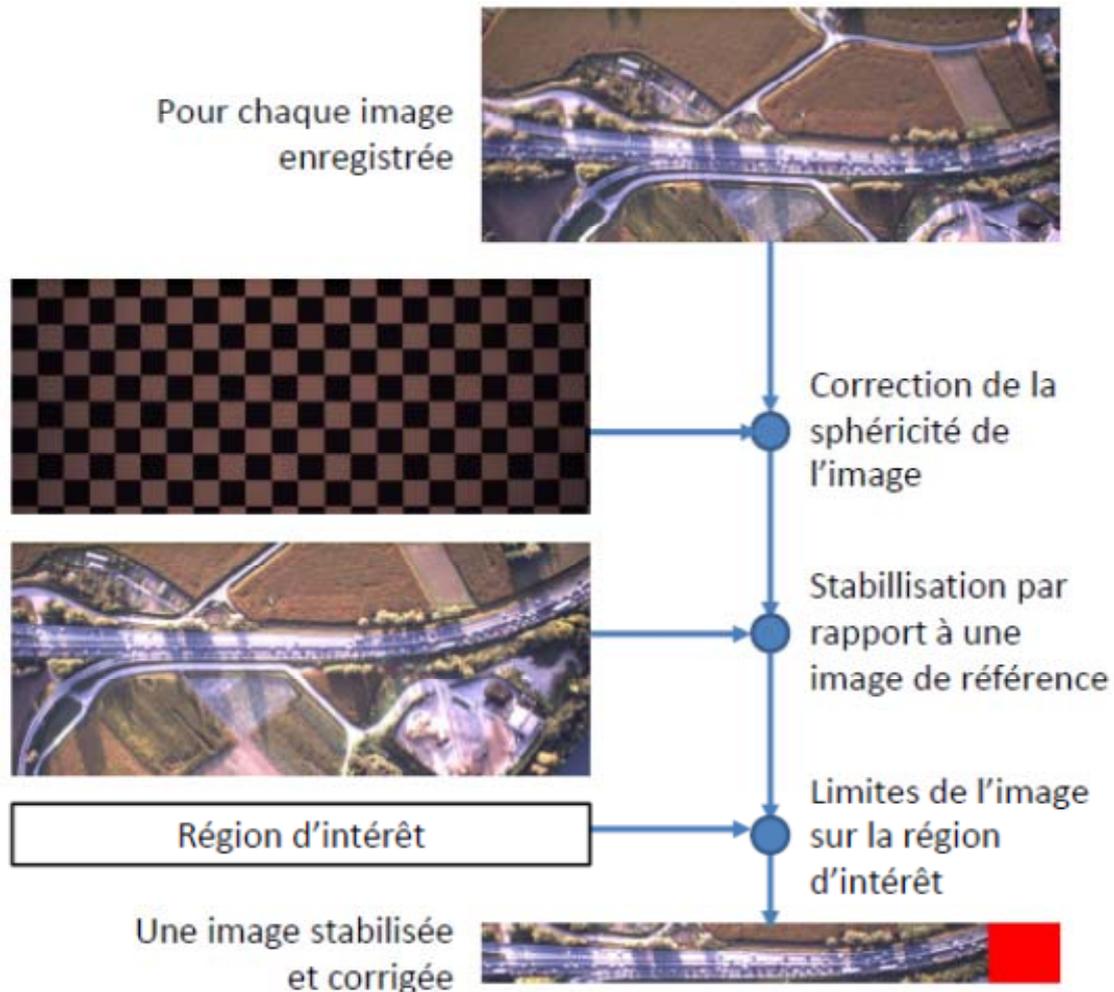


Figure 6 : la première phase de traitement des images collectées par hélicoptère : correction des aberrations optiques, de stabilisation de l'image et de définition de la zone d'intérêt.

Ce traitement comporte quatre phases :

- Une phase de correction des aberrations optiques et de stabilisation de l'image, qui permet de corriger à la fois la sphéricité de l'image et les mouvements de l'hélicoptère. Cette tâche dure environ 48 heures sur 30 ordinateurs pour une heure de prise de vue (voir Figure 6) ;
- Une phase d'identification des objets mobiles dans l'image en cours par rapport à une image de référence (voir Figure 7) ;
- Une phase de mise en relation des différents objets d'une image à l'autre, ceci permet de construire réellement la trajectoire avec l'ensemble des indicateurs : longueur, largeur position en x et en y ;
- Enfin, une tâche de traitement manuel aidé par un logiciel qui permet de corriger les erreurs de la phase précédente (perte momentanée de suivi de véhicule, groupement de deux véhicules en une seule tache identifiée).

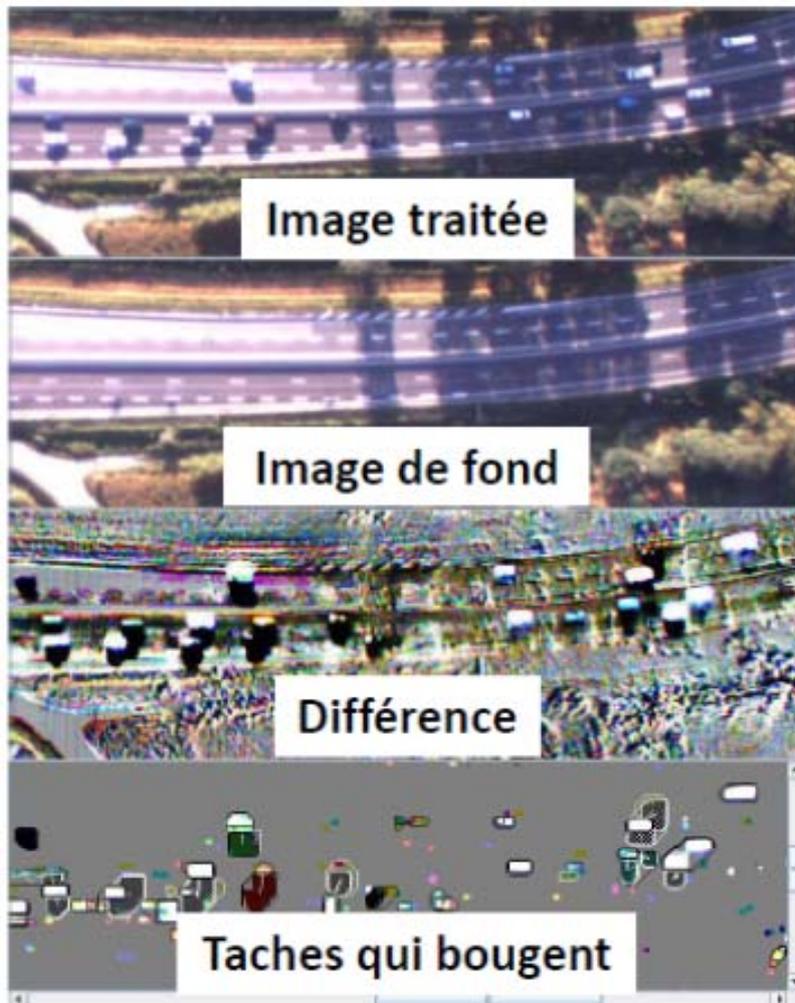


Figure 7 : deuxième phase de traitement des images : identification des taches qui bougent par rapport à une image de référence.

Les travaux conduits en propre au LICIT en 2011 ont permis tout d'abord d'identifier les pistes d'améliorations par rapport au code déjà développé depuis plusieurs années par TU Delft. En 2012 le travail sur ces sujets doit aboutir à la mise à disposition de plus de 7 heures de données de trajectoires sur les trois sites par l'intermédiaire du site web.

Comme nous l'avons vu plus haut, en 2012, nous rechercherons un financement complémentaire pour reprendre le recueil de la zone 1, qui malheureusement s'est déroulée en période de travaux en aval de la zone de Saint Martin d'Hères. Contrairement à ce que nous avions prévu (à savoir que la congestion soit créée par le convergent lui-même, ce qui fournirait des données uniques sur un sujet de recherche particulièrement actuel) la congestion était donc créée en aval de la zone filmée. De plus, la mesure de la précision de la mesure de trajectoire n'a pu être correctement réalisée en raison des problèmes d'enregistrement déjà évoqués.

En effet, pour estimer de manière précise (plus que ce qui a été fait pour les expérimentations similaires précédentes), nous avons retenu l'emploi d'un véhicule traceur équipé d'un GPS sub métrique et dont le toit était peint en damier jaune et noir. C'est le véhicule également utilisé par la tâche 2.3 (voir plus loin). Le GPS submétrique nous a été fourni par l'équipe Geoloc du département MACS de l'IFSTTAR Nantes. Pour des raisons de difficultés d'enregistrement, l'échantillon n'est pas suffisant pour assurer une bonne mesure de cette précision des localisations des véhicules dans le plan (x,y) .

4 TACHE 2 : MESURES DE POLLUTION

4.1 TACHE 2.1 : MESURE DE POLLUANTS DE BORD DE ROUTE

Les expérimentations planifiées par Ascoparg ont intégralement été réalisées suivant le calendrier initialement prévu.

Saison	Période	Dénomination
Hiver	17/01/2011 au 03/02/2011	C1
Printemps	24/03/2011 au 12/04/2011	C2
Eté	17/06/2011 au 05/07/2011	C3
Automne	09/09/2011 au 27/09/2011	C4

Tableau 2 : Périodes de recueil de données de la tâche 2.1.

Les données sont accessibles sur le site web de l'expérimentation, pour l'instant la période d'agrégation est de 1h, elle pourrait à terme, si nos utilisateurs nous le demandent, passer à ¼ d'heure puisque c'est la fréquence à laquelle elles ont été collectées.

Les données collectées dans le cadre du projet frère PM-Drive Ademe ont vocation à être également stockées sur le site web, mais avec une mise à disposition limitée à certains utilisateurs avant la fin de ce projet en 2014. Elles ont été collectées au cours de la période d'automne, du 9 au 27 septembre 2012.

Une première analyse de ces données est disponible dans les transparents de la réunion du 8 décembre joints en annexe.

4.2 TACHE 2.2 : DETERMINATION DU PARC CIRCULANT

Cette tâche a deux aspects successifs.

D'une part une collecte des identifiants individuels par le biais de quatre caméras de lecture automatique de plaque placées au dessus de chacune des voies sur le panneau à message variable d'Echirolles. Deux caméras ont été louées, deux autres caméras, déjà propriétés de la DIR CE, ont été déplacées spécialement pour cette expérimentation. Rappelons que la connaissance précise du parc circulant au voisinage des dispositifs de recueil et plus généralement sur la RN87, est une des informations importantes nécessaire en entrée des outils de simulation des concentrations relevées (résultats de la tâche 7) dont les résultats seront in fine comparé avec les données décrites ci-dessus (tâche 2.1).

Le dispositif a globalement bien fonctionné, pour une durée supérieure à celle que nous avons initialement prévue.

Jours	Fichiers CLAP disponibles
Ve 9 9	1, 2, 4
Sa 10 9 et di 11 9	1, 2, 3
Lu 12 au Sa 17	1, 2, 3, 4
Di 18 au Lu 3 10	1, 2, 4
Ma 4 au lu 10 10	1, 2, 3, 4

Tableau 3 : Périodes de recueil de données de la tâche 2.2.

La seconde partie de cette tâche consiste à croiser ces informations avec le fichier des immatriculations pour connaître, pour chaque véhicule identifié, sa motorisation et sa date de mise en circulation. En 2012, cette tâche sera assurée par une personne en CDD dont le recrutement est

en cours. Il est cependant à prévoir que les délais initialement prévus, soit le mois d'avril 2012 ne soient pas tenus. Néanmoins ceci n'entraînera pas a priori de retard significatif sur les livrables qui en dépendent (tâche 7).

4.3 TACHE 2.3 : MESURES A L'ÉCHAPPEMENT

Cette tâche a été conduite par Mathieu Goriaux, du LTE, dans un camion spécifiquement dédié. Nous ne cherchons pas dans cette étude la représentativité du véhicule utilisé par rapport au parc, mais, pour ce véhicule, une étude de la variabilité d'un parcours à l'autre.

Trois parcours ont été définis dont on trouvera un exemple sur la figure suivante. Cette expérimentation nous permet d'avoir une base de données pour estimer la variabilité des émissions d'un véhicule donné entre plusieurs parcours successifs. Une description plus complète du recueil est disponible dans les transparents de la réunion du 8 décembre joints en annexe. Les données, une fois complètement traitées, seront également mises à disposition sur le site web.

Les mesures recueillies concernent :

- CO,
- CO₂,
- NO_x
- THC (hydrocarbures totaux).

Nous pensons ensuite réaliser au banc à rouleau de Bron (LTE) une expérimentation qui permette la validation de l'instrumentation embarquée ainsi que l'estimation de l'émission particulaire. Un autre aspect sera la comparaison, en terme d'émission de polluant, entre les parcours effectués et les cycles de conduite courant (NEDC, ARTEMIS URBAIN, ...)

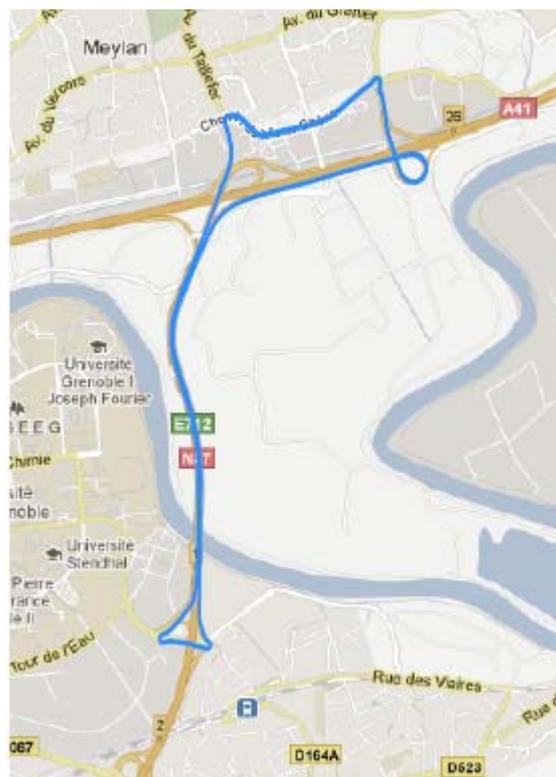


Figure 8 : exemple de circuit du camion avec mesure à l'échappement, ici le trajet sur la zone 1.

5 TACHE 3: MESURES AU SOL : IDENTIFICATION DES VEHICULES ET DONNEES GLOBALES DE TRAFIC

Cette tâche a deux volets : une partie consiste à déployer des capteurs magnétomètres pour réaliser des mesures de signatures magnétiques de véhicules en plusieurs points de la route

En 2011, et contrairement à ce qui était prévu, l'achat des capteurs n'a pas pu être réalisé, pour des raisons administratives. Cette tâche a donc pris un retard significatif. Néanmoins, les capteurs sont maintenant achetés, le plan d'implantation est quasi défini et la pose devrait intervenir avant le mois de juin 2012.

On pourra alors recueillir les signatures magnétiques réelles des véhicules et ainsi appliquer les algorithmes développés par le CETE Ouest – DLRC Angers et le laboratoire NECS de Grenoble pour ré identifier un véhicule grâce à sa signature magnétique. Rappelons au passage qu'alors que la signature magnétique du véhicule vue par une boucle est un signal unidimensionnel, le magnétomètre donne accès aux modifications (liées au passage de la masse métallique du véhicule) du champ magnétique terrestre mesuré dans les trois directions de l'espace. Le signal du magnétomètre est donc plus riche que celui de la boucle électromagnétique utilisé jusqu'ici par l'équipe d'Angers.

Par rapport à notre définition initiale de l'expérience, nous souhaitons avoir un bouclage entre les mesures de trajectoire du Rondeau (Zone 3 du recueil par hélicoptère) et les identifications réalisées à partir des magnétomètres. Ceci ne sera pas possible. Néanmoins, comme sur d'autres expérimentations d'identification de véhicules menées par l'équipe d'Angers par le passé avec des boucles électromagnétiques, des enregistrements vidéo ad hoc seront réalisés et permettront d'avoir une mesure externe de la fiabilité de la ré-identification.

Le second volet est le volet de collecte des données de trafic par des capteurs plus classiques, les boucles électromagnétiques. Le tableau suivant récapitule les périodes de disponibilités pour chacune des périodes de recueil de pollution.

Nom de la boucle	PR	% du temps où les données sont disponibles
RO : Rondeau (Pollution)	0+300	67,1 %
EG : Etats Généraux	1+300	74,0 %
EC : Echirolles (Pollution)	2+180	79,1 %
EY : Eybens (Pollution)	3+600	74,0 %
SM : Saint Martin d'Hères	7+300	48,3 %
ME : Meylan	9+200	74,0 %

Tableau 4 : Recueil de données boucles

6 TACHES 4 A 7 : TACHES DE MODELISATION

Ces tâches n'ont pas été réellement commencées en 2011, conformément à ce qui était prévu. 2012 verra le début effectif de chacune de ces tâches qui sont, rappelons-le :

- Tâche 4 : Construction de matrices OD et de temps de parcours dynamiques
- Tâche 5 : Modélisation des changements de voies dans les zones d'entrée/ sortie
- Tâche 6 : Modélisation statistique des comportements de conduite en file
- Tâche 7 : Modélisation des émissions de polluants et de la pollution mesurée

Néanmoins, des travaux en ce qui concerne les tâches 5 et 6 ont été commencés sur les données déjà disponibles grâce à des collectes parallèles. Par exemple sur l'analyse du comportement d'insertion, une étude bibliographique des modèles classiquement utilisés et une première analyse des données existantes (site de Bodegraven au Pays Bas) ont été menés en partenariat avec notre estimée collègue Winnie Daamen, dans le cadre d'une "short term scientific mission" de l'action COST Multitude à laquelle nous participons conjointement.

7 CONCLUSION : PLANNING

Le tableau suivant est une présentation du calendrier des livrables initialement prévu. Les livrables sont séparés entre ceux qui concernent la livraison d'un rapport (signalés par un R et une case à fond rose), de ceux qui consistent à livrer une base de données sur le site web (signalés par un SW et une case à fond bleu).

Sur les tâches 4 et 7, les retards pris, d'une part dans la constitution du parc à partir des identifications des véhicules, d'autre part sur la pose des capteurs magnétomètres, nous conduisent à prévoir un décalage par rapport à ce qui était initialement prévu. Ceci est représenté dans la figure suivante par les traits de Cependant, ce délai ne devrait pas retarder la conclusion générale du projet.

ANNEXES

LISTE DES PERSONNES DE L'EQUIPE MOCOPO

(NOTE : UNE PARTIE DES PERSONNES SONT INTEGREES PAR LE BIAIS DU PROJET ADEME PM-DRIVE)

COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU 16 JUIN 2011

TRANSPARENTS PRESENTANT LE PROJET PM DRIVE ET PRESENTES PAR AURELIE CHARRON (LTE) LORS DE LA REUNION DU 16 JUIN 2011

COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU 8 DECEMBRE 2011

TRANSPARENTS PRESENTES LORS DE LA REUNION DU 8 DECEMBRE

Par Hubert Chanut et Florence Troude (Air Rhône Alpes, ex-Ascoparg)

Par Lucie Polo (LGGE-LTE)

Par Mathieu Goriaux

ACCORD DE PARTENARIAT SIGNE AVEC TU DELFT POUR LE PARTAGE DE CODE DE TRAITEMENT DES IMAGES

Prénom	Nom	Structure	tâches de mesure	tâches de modélisation	Participation principale à travers le projet ADEME
Michel	André	LTE	T2	T7	
Jean-Luc	Besombes	LCME	T2		X
Tiphaine	Bretin	CERTU			
Christine	Buisson	LICIT	T1	T5	
Carlos	Canudas de	NeCS	T3	T4	
Hervé	Chanut	Air Rhône Alpes	T2	T7	
Claire	Chappaz	Air Rhône Alpes	T2	T7	
Aurélie	Charron	LTE	T2	T7	
Dimitri	Daucher	LEPSIS		T6	
Laurent	Debize	LICIT	T1		
François	Derkx	Macs Paris	T1		
Mathieu	Goriaux	LTE	T2		
David	Guilbert	LRPC Angers	T3	T4	
Christophe	Huber	DIR-CE	T1 T2 T3		
Denis	Jacquet	NeCS-Karus	T3	T4	
Jean-Luc	Jaffrezo	LGGE	T2		X
Alain	Kibangou	NeCS	T3	T4	
Cédric	Lebastard	LRPC Angers	T3	T4	
Luis	Leon	NeCS	T3	T4	
Philippe	Mansuy	DIR-CE	T1 T2 T3		
Nicolas	Marchand	LCE	T2		X
Florian	Marczak	LICIT	T1		
Fabien	Moreau	LESCOT	T1 (Ingénieur Caméras)		
Miguel	Ortiz	Macs Nantes	T1 (GPS)		
Céline	Parzani	LICIT	T1		
Didier	Pillot	LTE	T2		
Lucie	Polo	LGGE	T2		
Olivier	Richard	CETE de Lyon		T4	
Christian	Seigneur	CEREA	T2	T7	
Jean-Luc	Sorin	Macs Nantes	T1		
Cécile	Trébuchon	Air Rhône Alpes	T2	T7	
Florence	Troude	Air Rhône Alpes	T2	T7	

Réunion MOCOPo – PM-Drive du 16 Juin 2011 Grenoble

Présents : Dimitri Daucher, David Guilbert, Mathieu Goriaux, Florian Marczak, Celine Parzani, Carlos Canudas de Vit, Alain Kibangou (matin), Hervé Chanut (matin), Cécile Trébuchon, Jean-Luc Jaffreso, Aurélie Charron, François Derkx, Laurent Debize, Denis Jacquet (après-midi), Roland Dollet, Fabien Moreau, Lucie Polo, Dieuseul Predelus, Christophe Hubert. *(La liste des participants au projet est annexée à ce compte rendu, avec les institutions d'origine, les tâches et les fonctions de chaque personne).*

Ordre du jour :

- Tour de table
- Présentation par Christine Buisson du projet MOCOPo, financé par la DRI dans le cadre du PREDIT
- Présentation par Aurélie Charron du projet PM-Drive financé par l'Ademe
- Rappel sur quelques consignes communes à tous :
 - o sauvegardes,
 - o cahiers d'expérimentation (quelles informations y mettre),
 - o calendrier des livrables de MOCOPo.
- Organisation de la tache2 de MOCOPo et des différentes mesures du projet ADEME : mesures de pollution
- Organisation de la tache 3 : recueil de données au sol par capteurs magnétiques
- Organisation de la tache 1 : recueil de données de trajectoires individuelles depuis un hélicoptère, numérisation des trajectoires
- Autres sujets importants
- Discussion interne au projet MOCOPo : organisation du budget.

Compte rendu (non chronologique) :

Nota : En gras (précédé de A faire) les noms des personnes dont une action est attendue suite à la réunion. En italiques les commentaires supplémentaires qui me viennent à l'écriture de ce compte rendu.

La réunion a commencé par un tour de table, qui a permis de constater la diversité des origines des participants.

Questions en rapport avec la RN87 : Une présentation de l'actuelle expérimentation de régulation de vitesse sur la rocade Sud de Grenoble dans le sens intérieur et dans le sens extérieur a été faite par Roland Dollet. Cette expérimentation sera terminée lors des campagnes de recueil de MOCOPo.

L'originalité est de se baser sur des mesures en temps réel. Carlos Canudas précise qu'il envisage, dans le cadre d'un « citycase » d'étendre cette expérimentation avec des collègues automaticiens européens. Avant le repas, la visite de la salle du PC Gentiane et de la salle de crise nous a permis d'avoir un panorama complet des moyens (caméras, capteurs, ...) utilisés par le PC des Voies Rapides Urbaines (VRU) sous la responsabilité de la Direction Interdépartementale des Routes Centre Est (DIR-CE). Nous avons eu également un aperçu du PC de gestion des feux de Grenoble, ainsi que du PC de gestion des transports collectifs.

Des travaux auront lieu dans la zone qui nous intéresse : sur la RN87 en chaussée extérieure entre la sortie Saint Martin d'Hères et la jonction avec l'A41 (réfection de l'enrobé). Au nord de la zone de la RN87 proprement dite, la construction d'une bretelle permettant depuis la RN87 en chaussée extérieure de rejoindre la commune de Meylan risque également de créer des congestions en chaussée extérieure. Aucun de ces travaux ne devrait impacter le sens intérieur qui est celui sur lequel nous travaillons (de l'est vers l'ouest, de l'A41 vers le Rondeau).

MOCOPo

La présentation de MOCOPo a ensuite été l'occasion de revoir les motivations scientifiques générales du projet et de lister les trois tâches de collectes de données qui seront réalisées au cours de 2011. Les transparents sont joints en annexe.

Site web : On a insisté notamment sur la mise à disposition des données recueillies sur un site web. Ce site web doit permettre une communication interne au projet, la mise à disposition des données auprès de la communauté scientifique internationale ainsi qu'éventuellement une communication grand public (utile ? à rediscuter). Sur ce site, il sera mentionné que l'utilisation des données est autorisée pourvu que le site soit cité. Il est donc souhaitable que pour chaque tâche, un rapport (avec comme noms d'auteurs ceux des participants à la tâche) soit mis sur le site et présente toutes les conditions du recueil.

A FAIRE : **Aurélié Charron** doit vérifier avec l'ADEME (*et aussi l'ensemble des participants à PM Drive*) qu'ils sont OK pour mettre les données recueillies dans le cadre de PM –Drive sur un site web. Les personnes de PM Drive présentes sont d'accord avec la mise en commun de toutes les bases de données des deux projets. Une réunion à l'automne avec le prestataire de service permettra de réfléchir à la structure de cette base de données.

Communication du projet : un film pourra être réalisé par l'équipe communication de l'ENTPE.

A FAIRE : **ChB** doit vérifier avec eux qu'ils sont d'accord et fixer le jour.

PM-Drive

Aurélié Charon a présenté le projet PM-Drive (transparents fournis en annexe). Ce projet est centré sur la "particulate matter" c'est-à-dire les très petites particules chimiques qui séjournent dans l'air jusqu'à 10 jours après leur émission. En particulier la question de la représentativité des mesures faites à l'échappement, alors qu'une partie significative (de l'ordre de 30 % à Londres) des PM semble provenir de l'usure des parties mécaniques du véhicule et de la remise en suspension de poussières présentes sur la route.

Dans PM-Drive, c'est la tâche 3, qui consiste à faire des recueils sur le site qui sera menée en interaction avec MOCOPo (T2).

Les recueils en bords de route prévus dans la T3 de PM Drive (et qui compléteront très utilement ceux déjà prévus dans MOCOPo par les camions Ascoparg dans la T2) sont de deux types principalement :

- Analyse par spectromètre de masse de 20 à 30 composants de manière dynamique (périodes de l'ordre de 3 à 4 minutes). Identification et quantification. Ce travail sera réalisé par l'équipe du Laboratoire de Chimie de Provence (Equipe de Nicolas Marchand).
- Placement sur les camions Ascoparg de dispositifs particuliers permettant l'analyse à postériori de 150 composants pour des périodes de 2 à 3 heures (par le LGGE, équipe de Jean-Luc Jaffreso). Ces mesures permettront une très fine connaissance des polluants, voire

de leur origine, comme dans le cas des nitrates, dont une étude des isotopes sera réalisée, permettant d'identifier leur source probable. Sera possible notamment la mesure des métaux nobles, qui sont un bon indicateur de l'usure des pots catalytiques.

Consignes générales à toutes les tâches de mesure

Horodatage : La première difficulté dans une expérimentation réunissant autant de matériels différents est de les mettre tous à l'heure. Pour cela, un GPS connectable à un PC par port USB sera acheté par le LICIT. Une synchronisation de tous les matériels sera faite à l'aide de cet outil le vendredi 9 septembre à partir de 14h dans les locaux du centre d'exploitation et d'intervention, le long de l'A480 au sud de Comboire. Des vérifications des matériels seront faites au cours de l'expérimentation et cet outil GPS restera à la disposition de tous tout au long des quinze jours d'expérimentation

Sauvegardes : Il est rappelé qu'il est indispensable que chaque fichier recueilli soit le plus rapidement possible stocké sur un autre disque.

Cahiers d'expérimentation : Un exemple de ce qui sera fait pour les recueils de la tâche 1 est diffusé à l'ensemble des participants (fourni en annexe). Il appartient à chaque responsable de tâche de veiller à ce que ces feuilles (reliées en cahier) soient remplies, non perdues. Sur chaque feuille on indiquera le nom du fichier correspondant et des détails sur le recueil : heure de début, heure de fin, localisation du recueil, nom de la personne ayant réalisé le recueil etc....

Livrables : Une feuille récapitulant l'ensemble des livrables est distribuée (fournie en annexe). Le mois 1 de l'année 1 est janvier 2011. Il est rappelé à tous que les cahiers d'expérimentation, avec la position de chaque capteur, le déroulement de chaque recueil serviront de base à la rédaction du rapport d'avancement qui sera rendu au mois 12 (c'est-à-dire en décembre 2011). Ils seront également mis sur le site web.

Tâche 2 de MOCOPo : mesures de pollution

Cécile Trébuchon a présenté les recueils déjà réalisés et les différents sites (voir transparents en annexe) : le site du Rondeau (station fixe), le site d'Echirolles et le site d'Eybens où pendant chacune des quatre périodes d'expérimentation, Acoparg place un camion en accord avec le propriétaire du site et avec une alimentation électrique par coffret de chantier fourni par EDF. Après discussions sur les deux sites possibles pour le camion du LCP, le site d'Echirolles est préféré à celui d'Eybens car :

- Son orientation par rapport au vent (la route est située au nord de la station, orientée est ouest) est plus favorable ;
- Sa position est plus proche de tête du bouchon du Rondeau ;
- Il est plus sécurisé (grilles + gardien la nuit).

Ce site présente toutefois l'inconvénient d'avoir beaucoup d'arbres. Il faudra sans doute couper quelques branches. Par ailleurs, si c'est possible, dans la mesure où l'expérimentation pollution durera 2 semaines, il serait souhaitable de lessiver la RN87 le vendredi de la première semaine.

Additif : depuis, JJJ et LP ont visité les sites devrait pouvoir utiliser un emplacement quasi parfait à moins de 60 m de celui de l'ASCOPARG à Echirolles, sans avoir à couper des branches (ni surtout en étant gênés par des arbres).

La tâche 3 comprend de plus un relevé des plaques d'immatriculations par caméra automatique de lectures de plaques (qui seront ensuite traitées par l'équipe de Michel André –embauche d'un CDD prévue) pour connaître la composition du parc. Ces caméras seront placées dans les deux sens. Une

analyse statistique permettra ensuite de voir s'il existe des corrélations entre la composition du parc (classe du véhicule, âge, motorisation) et les polluants relevés.

De plus, un véhicule équipé d'un diluteur mesurant les polluants en sortie de pot sera également intégré au trafic, conduit par Mathieu Goriaux. On pourra ensuite, en faisant passer le même véhicule au banc, tester la représentativité des cycles urbains utilisés au banc à rouleau du LTE. Par ailleurs, ce camion sera équipé d'un GPS submétrique (obligeamment fourni par l'équipe Macs-Goeloc de l'IFSTTAR Nantes) et son toit sera décoré d'un damier noir et jaune permettant de le repérer dans les images prises par la caméra depuis l'hélicoptère. Il permettra ainsi une validation des trajectoires de la T1.

T2 A faire **JLJ** : doit rapidement s'occuper du deuxième coffret de chantier nécessaire à Echirolles pour le camion du LCP. Il doit également contacter le propriétaire du site d'Echirolles pour lui demander d'élaguer quelques branches.

ChB : doit s'assurer que le(s) fournisseur(s) envoie(nt) son devis pour les caméras dans le sens intérieur.

MG et ChB doivent définir les tournées du camion en tenant compte des contraintes ; ils doivent également s'assurer que le camion est bien maquillé sur le toit.

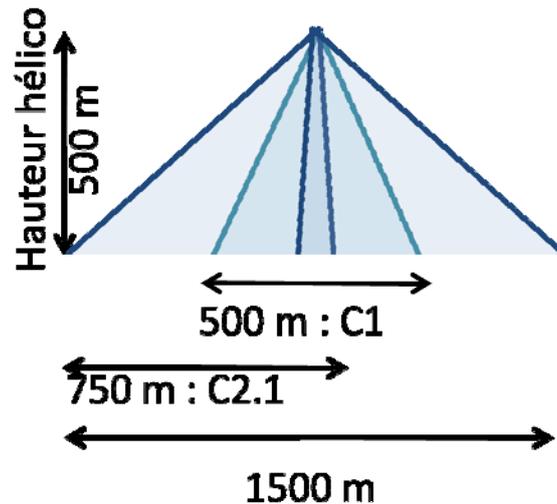
CH doit regarder s'il est possible d'organiser un nettoyage de la VRU le vendredi 16 septembre (malgré les travaux prévus sur d'autres endroits de la rocade)

Tâche 1 de MOCOPO : recueil de données de trajectoires individuelles depuis un hélicoptère

Cette tâche consiste à placer un hélicoptère en vol stationnaire (altitude 500 m) pendant une heure, quinze heures au total. L'hélicoptère sera équipé de trois caméras : la caméra 1 et les caméras 2.1 et 2.2.

La caméra 1 recueillera des images couleurs de 2500 x 2000 pixels, avec une fréquence de 10 à 15 images par seconde. Cette caméra est reliée à un PC qui pilote la caméra et stocke les données sur un disque SSD avec une connectique e-SATA de grand débit. 350 GO de données sont stockées chaque heure par cette caméra. Les données de cette caméra seront ensuite stockées sur des disques de grande capacité (8TO) avec sauvegarde intégrée. On procèdera ensuite à la numérisation de ces images à l'aide d'un logiciel développé par l'Université Technologique de Delft (NL). Ce logiciel est composé de trois étapes successives : correction des aberrations optiques, correction des mouvements de l'hélicoptère, identification des objets se déplaçant dans deux images successives. Le travail de numérisation sera assuré par Laurent Debize, ingénieur recruté au LICIT en CDD pour 10 mois à compter du 1^{er} septembre.

Les caméras 2.1 et 2.2 seront des caméras de moindre résolution et de fréquence plus basse. Elles seront utilisées pour compléter la scène pour laquelle on aura les trajectoires (films des caméras 2.1 et 2.2 en aval et en amont du film de la caméra 1 – voir schéma). Au total, les deux caméras 2 couvriront une zone de 1500 m avec un recouvrement. Les informations des caméras 2.1 et 2.2 seront moins détaillées mais permettront d'identifier des débits et des temps de parcours. Ceci sera très utile pour mieux comprendre les conditions dans lesquelles les trajectoires individuelles sont réalisées. Le stockage des données est prévu sur des disques spécifiques à ces caméras, prévus en nombre suffisant.



Les vols de l'hélicoptère : Ils auront lieu du lundi 12 septembre au vendredi 16 septembre 2011. Chaque jour, trois vols seront réalisés. Sur le site 1 (convergent entre l'A41 et la RN87), le relevé aura lieu le matin de 7h à 8h. Sur le site 2 du Rondeau, le relevé aura lieu de 16h à 17h. Il reste à fixer la date du recueil sur la section sans entrée ni sortie. Il était initialement prévu de faire ce recueil entre Saint Martin d'Hères et Gabriel Péri, ce ne sera pas possible à cause des travaux dans le sens opposé. Il est donc envisagé de choisir le site 3 *sur la section entre Alpexpo et Eybens (qui a posteriori présente l'avantage de n'avoir aucun passage supérieur)* ou entre Eybens et Saint Martin d'Hères (2 passages supérieurs). Une analyse des données boucles de ce site permettra de définir l'heure.

T1 A faire : **ChB** utiliser les leçons des précédents vols pour avoir d'ici le 14 juillet un système caméra 1 + PC + disques de stockage opérationnel, réaliser un test avec la compagnie d'hélicoptère.

DD : analyser les données transmises par ChB et choisir la période de la journée où faire ce recueil.

T3 de MOCOPO : recueil de données au sol par capteurs magnétiques

Le principe de cette tâche est double :

- D'une part recueillir toutes les données individuelles SIREDO (boucles magnétiques classiques) dans les deux sens (intérieur et extérieur) ainsi que toutes les données des magnétomètres Sensys installés par l'INRIA dans le cadre de GTL (160 capteurs en sens intérieur). Ceci permettra de composer une base de données trafic à traiter en parallèle avec les recueils de pollution et de trajectoire.
- D'autre part utiliser des capteurs magnétiques (magnétomètres dont on peut récupérer le signal magnétique suivant les 3 axes et le traiter) placés sur différents points de l'itinéraire pour tester la faisabilité d'utiliser un traitement des signaux magnétiques recueillis au passage des véhicules sur les magnétomètres pour appareiller les signaux en deux points et construire d'une part une matrice OD d'autre part des temps de parcours.

Sur le premier point, Christophe Hubert (DIR CE) s'occupe de faire ces enregistrements, pour juillet et pour septembre.

Sur le second point, il faut mener à bien les essais prévus (cahier des charges détaillé défini par le LRPC – Angers) et poser les capteurs nécessaires.

T3 A faire : **DJ** : Proposer un devis pour la pose des capteurs.

CCdV : valider la localisation des capteurs : Echangeur d'Eybens (1 entrée + 2 sections courante), sous l'échangeur d'Echirrolles (2 capteurs en section courante), Rondeau (3 capteurs en entrée et 3 en sortie) et passer commande

ChB : Valider la possibilité de transférer l'argent nécessaire par rapport à l'estimation initiale de 30000 €.

DG et CL : faire le rapport sur le test de capteurs par rapport à différentes vitesses de passage et différentes positions latérales par rapport au capteur.

Autres sujets intéressants :

Avant de quitter la séance, JLJ précise que c'est la première fois où on va aussi loin conjointement dans ces deux directions : analyse du trafic et analyse des polluants. Le cadre PM-Drive + MOCOPO est idéal (d'après lui) pour ce faire.

Il est peut-être nécessaire soit d'avoir échange d'information entre les différentes équipes pendant la durée de l'expérimentation, soit de prévoir des réunions de manip pendant la durée de l'expérimentation. A discuter...

Budget MOCOPO :

Une présentation des transferts entre différentes lignes (à l'intérieur du budget IFSTTAR d'une part, entre différents partenaires INRIA-IFSTTAR) est présentée par ChB. Le budget est équilibré. Il faut veiller à fournir pour chaque devis une preuve d'avoir demandé plusieurs devis. On peut augmenter certains postes dans la mesure où certains ont été sur estimés (par exemple le budget CDD LICIT, sur lequel on veillera à garder environ 2 mois de prolongement possible). Une demande est faite par ChB à tous les labos IFSTTAR de bien préciser ce qu'ils ont dépensé et ce qu'ils ont l'intention de dépenser.

La séance est levée à 15h45.

Rédaction du compte rendu : ChB

Relecture CP et FM, ajouts de JLJ

Le 20 Juin 2011, dernière version le 13 juillet

PM-DRIVE

Particulate **Di**Rect and **I**ndirect On-Road **V**ehicular **E**missions

Aurélie Charron (IFSTTAR)

Jean-Luc Jaffrezo (LGGE)

- Financement : **ADEME** – APR **CORTEA** 2011
(**C**onnaissances, **R**éduction à la source et
Traitement des **E**missions dans l'**A**ir)
- 5 partenaires:
 - LTE, ISTTAR : A. Charron (coord), M. Goriaux, M. André
 - LGGE, univ. J.Fourier : J.L. Jaffrezo, L. Polo (doctorante)
 - LCME, univ. Savoie : J.L. Besombes
 - LCP, univ. Provence : N. Marchand
 - CEREAs, Ecole Pont-Paris Tech : C. Seigneur, K. Sartelet
- Coop. Internationale
 - IES, JRC Ispra (Italie)
 - PSI, Villigen (Suisse)

Impliqués dans MOCOPo

Matière particulaire...

- Impacts sanitaires
 - Pathologies cardiovasculaires et respiratoires
 - Maladies chroniques, cancers
- Impacts sur le climat
 - Rôle dans le bilan radiatif de la terre
 - Rôle dans la formation des nuages & précipitations
- Réglementation européenne (Directives 199/30/CE et 2008/50/CE)

... des transports routiers...

- **Contribution totale des émissions des transports routiers aux concentrations atmosphériques en particules ?**

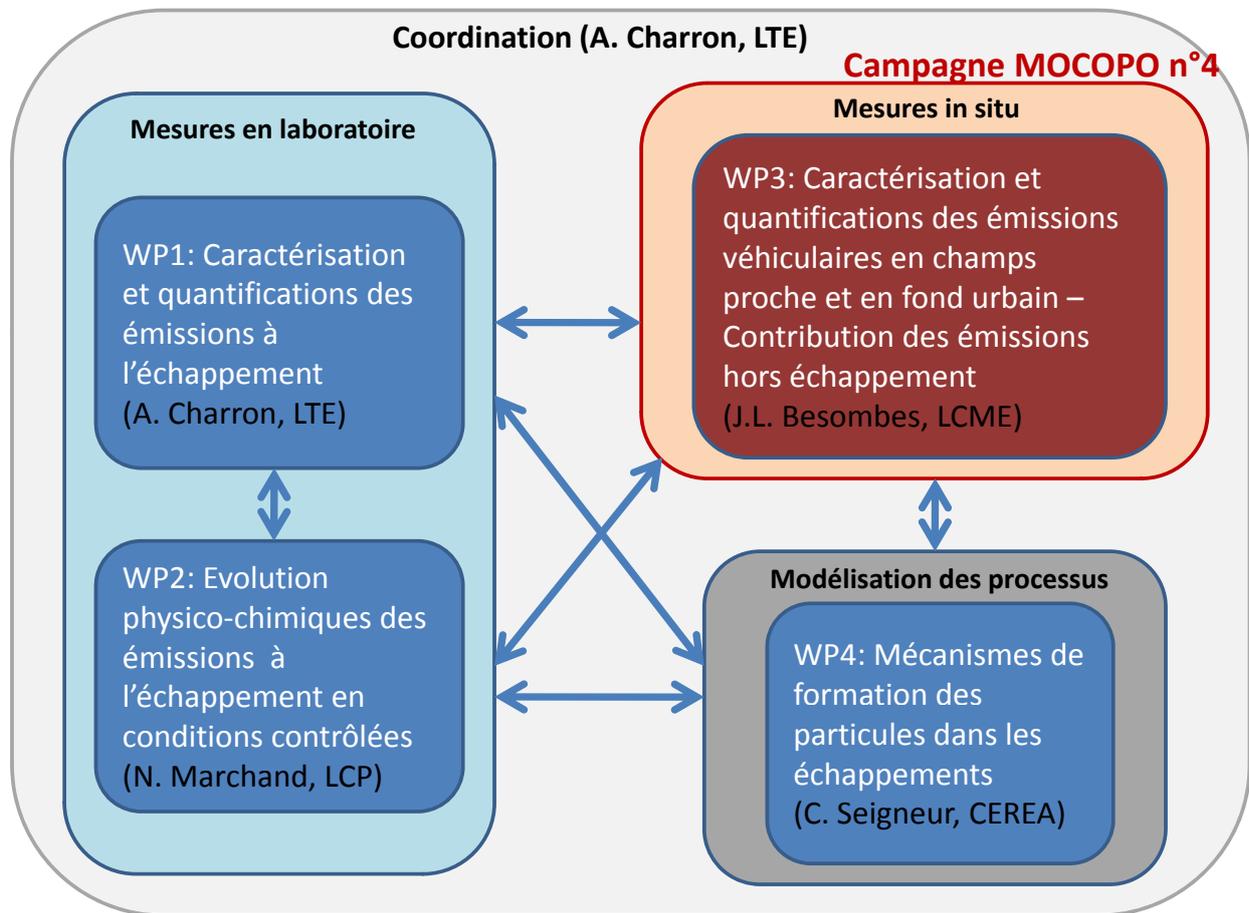
Part des émissions hors-échappement (usure, abrasion, resuspension) ? Des particules secondaires ?
Représentativité des mesures à l'échappement?



- **Nature physico-chimique et mécanismes de formation des nanoparticules dans les échappements automobiles ?**
 - Rôle de l'acide sulfurique (soufre des carburants) ?
 - Rôle des composés organiques (dont huiles lubrifiantes, carburants)?
 - Emissions à l'échappement, en bord de route - rôles de la météo, de la dilution atmosphérique?
 - Impact des technologies de post-traitement, régimes moteur

Objectifs de PM-DRIVE

- Quantification des **émissions particulaires et nanoparticulaires primaires des transports routiers**, dont les émissions hors-échappement,
- Développement des connaissances sur les **évolutions physico-chimiques des émissions véhiculaires**,
- Détermination et la **modélisation des mécanismes de formation des particules** à l'échappement automobile



WP3: Mesures in situ - campagne MOCopo

- mesures/prélèvements de COV, particules et NPs simultanément en proximité automobile et en fond urbain (Fresnes)
- Incrément dû au trafic/mesures de trafic => facteurs d'émission du trafic
- Comparer avec les émissions à l'échappement mesurées en laboratoire (primaires/vieillessement)
- Quantifier les contributions des émissions hors échappement, des véhicules lourds, de différentes classes technologiques,
- Déterminer la contribution des émissions véhiculaires aux concentrations atmosphériques mesurées en proximité automobile et en fond urbain.

Réunion MOCOPo du 8 décembre 2011 Lyon - CERTU

Présents : Michel André, Tiphaine Bretin, Christine Buisson, Hervé Chanut, Dimitri Daucher, Laurent Debize, François Derkx, Mathieu Goriaux, Christophe Hubert, Arantza Julien, Florian Marczak, Fabien Moreau, Celine Parzani (après midi), Lucie Polo, Florence Troude (après-midi).

Ordre du jour :

- Tour de table et mot de bienvenue pour les nouveaux
- Rapport d'avancement : présentation du plan détaillé (ChB)
- Rapport budgétaire 2011
 - o Dépenses IFSTTAR (ChB)
 - o Dépenses Ascoparg (HC)
- Site web de MOCOPo (LD)
 - o Présentation de la maquette : architecture et graphisme
 - o Planning d'écriture des pages intérieures
- Avancement et planning 2012 tâche 1
 - o Collecte de données vidéo depuis l'hélicoptère (ChB) : rédaction du rapport de présentation
 - o Traitement des données vidéo caméra HD (LD)
 - o Premières observations des trajectoires (FM)
 - o Planning du traitement des données et de mise à disposition sur le site web (LD)
 - o Traitement des informations GPS du camion circulant au sol (LD + MG)
 - o Premières publications prévues, collaborations (FM + ChB).
- Pause déjeuner
- Avancement et planning 2012 tâche 2 :
 - o Données de bord de route :
 - o Données de plaques relevées à Echirrolles : collecte (ChB) et planning du traitement (MA)
 - o <Données de pollution relevées par Ascoparg dans le cadre MOCOPo : collecte et traitement (HC)
 - o Données de pollution relevées par LGGE et LCP dans le cadre de PM Drive : collecte et traitement (LP)
 - o Données recueillies à bord du camion (MG) ;
- Avancement et planning 2012 tâche 3 (ChB)
- Organisation du travail des tâches de modélisation : T4 à T7 au cours des années 2012 et 2013
- Conclusion et rappel des dates des livrables

Compte rendu (non chronologique) :

Après un mot de bienvenue, en particulier destiné à A. Julien qui est la nouvelle correspondante de MOCOPo pour le PREDIT et qui travaille depuis le début de l'automne à la DRI du MEDDTL, la réunion a commencé par un tour de table, chacun précisant son implication dans le projet.

Rapport d'avancement

Il a été précisé qu'il ne serait pas transmis avant mi janvier au mieux. Il sera basé sur le plan suivant :

- Tâche 0 :
 - o Bilan des réunions du 16 juin et du 8 décembre :
 - o Listes des présents, ordre du jour, compte rendu en annexe
 - o Site web : architecture, maquette
 - o Publications en cours.
- Tâche 1 : le rapport sur ce point sera principalement la synthèse en français du rapport mis à disposition sur le site web : Buisson, Debize, Marczak, Parzani "MOCOpo: vehicules trajectories data collection in the Grenoble region"
- Tâche 2 : concaténation de différents textes
 - o Mesure de polluants de bord de route (Ascoparg + compléments de Lucie basés sur ses transparents)
 - o Détermination du parc circulant (Bilan du fonctionnement des claps, ChB + Compléments MA ?)
 - o Mesures à l'échappement (MG)
- Autres tâches :
 - o Les raisons du retard de la tâche 3, qui n'a pas pu se dérouler de manière à avoir simultanément les recueils des tâches 1, 2 et 3 seront précisées. Le compte rendu de la réunion d'avancement de la tâche 3 qui aura lieu le 12 janvier sera précisé.
 - o Sur les autres tâches, de modélisation, aucune avancée n'a encore été faite, comme prévu.

Le fait de proposer, pour chaque tâche ou sous tâche, sur le site web mocopo.ifsttar.fr un rapport en anglais présentant comment les données ont été recueillies de la manière la plus précise possible, semble la meilleure manière à la fois :

- De rendre les données réellement utilisables par les collègues où qu'ils soient ;
- D'identifier un document qui devra être cité par tous les utilisateurs de ces données et qui reprends les noms de collaborateurs des prises de données.

Il est donc proposé que chaque tâche adopte ce type de fonctionnement.

Rapport financier

Les dépenses de l'IFSTTAR et d'Ascoparg ont été présentées. Il est proposé et accepté que l'ensemble de l'argent géré par l'IFSTTAR (ex-LCPC comme ex-INRETS) soit fusionné et géré par une seule personne Fathia Badin, actuelle gestionnaire du LICIT. Les avenants au contrat d'origine (fusion IFSTTAR, fusion des différentes associations de surveillance de la qualité de l'air –Ascoparg devient le 1^{er} janvier 2012, Air-Rhône Alpes, passage d'une ligne de fonctionnement à une ligne d'investissement, etc) seront faits courant janvier-février de manière à ce que tout soit en ordre au début de 2012. Les dépenses de l'IFSTTAR et d'Ascoparg sont annexées à ce compte rendu.

Site web

L'idée est de mettre à profit le TRB (qui commence le 22 janvier 2012 et qui réunira les spécialistes du trafic et donc les utilisateurs potentiels des données de trajectoires) pour lancer officiellement le site web : www.mocopo.ifsttar.fr avec la description des différentes tâches de mesure et comme données, les 3 premiers quarts d'heure de trajectoires de la zone 1¹.

¹ Cet objectif ambitieux a été en effet annoncé lors de la réunion. Entretemps, le principe de réalité nous a conduits à réduire nos ambitions à 9 minutes.

La maquette du site web est montrée et son organisation présentée par Laurent Debize. (cf. les transparents présents en annexe). Il est précisé qu'il sera proposé uniquement en anglais. Les différentes pages prévues sont :

- Home
- The project
- Documents
- Map
- Datastore
- Applications (qui sera développée dans un second temps)
- Contact
- Login

Chaque tâche de mesure sera décrite par une page (avec le lien dans la page Project), qui devra être remplie par les personnes qui en sont responsables. De même il faut transmettre les données à laurent.debize@entpe.fr le plus vite possible. Pour la tâche 2, qui comporte de nombreuses sous tâches, il faudra une arborescence interne.

Une page « documents » permettra de fournir l'accès aux vidéos, aux présentations (en français et en anglais), aux rapports de présentation des recueils de données et aux articles, idéalement aussi ceux de nos collègues écrits avec les données MOCOPo.

Une discussion sur la mise à disposition des données (avec quel format, quel moteur de recherche) et aussi sur le niveau de traitement nécessaire avant la mise à disposition a lieu. Il est convenu qu'il n'est pas forcément pertinent de mettre à disposition des données très fines, ni non nettoyées.

L'utilisateur pourra chercher dans les données les informations qui l'intéressent en triant par date, type de capteur, localisation, etc. La difficulté est que l'ensemble des données à stocker sont de natures très différentes : des trajectoires échantillonnées avec des pas de temps fixes ou variables, des données locales moyennes (polluants, débits et vitesses moyennes des véhicules). La figure suivante illustre ce point.

Figure 1 : nature des différentes sources de données à mettre sur le site web de MOCOPo.

Les membres de la tâche 1 précisent que pour eux, l'objectif est de proposer deux types de données complémentaires : les données de trajectoires non corrigées avec leur horodate précise (au millième de seconde) et les données de trafic traitées pour avoir une information à une cadence fixe. Le rapport devra présenter comment les données ont été recueillies (conditions météo, périodes de recueil, dispositif (avec caractéristiques techniques des matériels utilisés, etc...)). Il faudra également qu'il précise comment les données ont été traitées.

LD précise que trois niveaux de sécurité sont prévus :

- Celui pour tous les internautes,
- Celui pour les utilisateurs qui se sont enregistrés (via la page login) en donnant leur nom, leur prénom, leur institution et en s'engageant à citer la source des données, ainsi qu'à nous transmettre les publications qu'ils feront avec les données qu'ils auront récupérées sur le site.
- Celui pour les utilisateurs spécifiques du projet PM Drive, puisque ces données ne seront rendues publiques qu'après la fin du projet, en 2014. Ceux-ci devront être validés par A. Charron.

Les applications doivent permettre des exports dans de multiples formats de fichiers de données fournies dans un format d'origine quelconque. A terme il est possible que les utilisateurs externes contribuent au site en l'alimentant par leurs API, développées dans un format OpenData ouvert, reposant sur TYPO3. Ceci permettra par exemple à d'autres sites de données d'accéder directement aux données stockées sur notre site, de manière dynamique. Il est également prévu que les utilisateurs puissent partager des codes écrits en MatLab, Excel, ...

Pour permettre de suivre les utilisations du site web, il est prévu d'une part que les responsables du projet connaissent les utilisateurs qui se seront déclarés, d'autre part que les connections au site, ainsi que les téléchargements de fichiers soient quantifiés.

Tâche 1 : collecte de données par hélicoptère

Les périodes pendant lesquelles les données ont été recueillies sont détaillées sur le tableau ci-dessous. Les vols ont eu lieu la semaine du 12 septembre 2011, cinq jours de suite (Lundi - vendredi), sur trois zones avec à chaque fois, à peu près les mêmes périodes de recueil.

	Zone 1 matin (environ 7h30-8h30)		Zone 2 (environ 8h40-9h40)		Zone 3 (environ 16h45-17h45)	
	Durée	Rmq	Durée	Rmq	Durée	Rmq
Lundi 12	15'	problème de coupure du courant, caméra 1 plus alimentée		il aurait fallu tout éteindre et redémarrer	49'	Rien à signaler
Mardi 13	51'	Pas d'image Cam 2.2 (à l'avant de la zone)	40'	Pas d'image Cam 2.2 (à l'avant de la zone)		problème d'enregistrement
Mercredi 14	3*15'	passages de nuages obligeant à des interruptions, films à 450 m d'altitude, goutte sur caméra 2.2	15'	films pris au départ sur zone 2bis (45' de film supplémentaires)	59'	RAS (interruption de l'enregistrement au bout de 40')
Jeudi 15	59'	RAS	58'	RAS (interruption de l'enregistrement au bout de 10')	60'	RAS
Vendredi 16	60'	RAS	25'	RAS (problème de batterie)	60'	RAS

Tableau 1 : Périodes de recueil de données de la tâche 1

Trois caméras ont équipé l'hélicoptère :

- Une caméra (caméra en position verticale), de très haute définition 2500*2000 pixels, dont les images seront numérisées ;
- Deux caméras identiques (2.1 et 2.2) et de moindre précision que la caméra 1 qui sont situées de part et d'autre : à l'amont et à l'aval de la zone filmée, avec un recouvrement entre les images des deux caméras 2.

Les données de la caméra 1 représentent environ 3 Téra octets de données.

Le traitement des données est réalisé à l'aide d'un logiciel développé à l'université technologique de Delft aux Pays Bas (par Peter Knoppers). Nous avons signé un protocole d'échange de logiciel qui nous oblige (l'IFSTTAR) à citer leurs travaux ainsi qu'à leur transmettre les éventuelles améliorations que nous pourrions apporter à leur code.

Ce logiciel contient les trois étapes suivantes :

- Corrections de la distorsion « en tonneau » de l'image. Ceci est fait en filmant avec la même caméra et les mêmes réglages que lors des vols de l'hélicoptère un damier noir et blanc posé sur une surface plate ;
- Utilisation d'une image de référence pour corriger les mouvements de l'hélicoptère ;
- Identification dans l'image stabilisée des objets qui se déplacent d'une image à l'autre, calcul de la surface occupée par ces objets, calcul de la position du centre de gravité de ces objets et poursuite d'une image à l'autre de chaque objet.

Les premiers travaux d'analyse des images de la caméra 1 sont présentés sur les transparents. Les durées des trois traitements à faire sont très longues (plusieurs jours pour une heure de données). Nous avons envisagé d'utiliser un ordinateur avec plusieurs processeurs en parallèle dont dispose le LBMC, mais finalement, nous avons pu nous contenter de faire tourner les ordinateurs du parc des salles informatiques des étudiants de l'ENTPE pendant les week ends.

A noter que comme nous avons le matin filmé la zone 1 qui est orientée suivant un axe Nord Sud, le lever du soleil (qui intervient peu après huit heures) crée des ombres portées des peupliers situés à l'Est de la zone filmée. Ceci complique le traitement des images. Le problème ne se repose pas pour les autres sites.

En priorité seront numérisées les trajectoires de la zone 1 (un convergent) qui sont celles qui sont les plus attendues par la communauté scientifique du trafic. Ceci sera fait sur les données du vendredi (pas de microcoupures liées à la charge de l'ordinateur). Ensuite, sur chacune des zones (2 puis 3) seront fournies une heure de donnée. Ensuite on passera au traitement de l'ensemble des films disponibles.

La numérisation des informations contenues dans les images des caméras 2.1 et 2.2 ne pourra être faite que manuellement, par un comptage à l'écran des dates de passage des véhicules sur une ligne virtuelle de l'image. On aura ainsi au minimum les débits par voie à 500 m en amont et en aval (sur le Rondeau où l'infrastructure est en courbe les longueurs seront plus faibles à l'aval). Si on dispose d'un temps suffisant, on envisage également de calculer des temps de parcours de véhicules entre l'entrée et la sortie de la zone filmée par ces deux caméras. Le fait que leurs images se recouvrent permettra un suivi visuel plus facile.

Un GPS submétrique (fourni par l'équipe GEOLoc de Macs à Nantes) a équipé le camion conduit par M. Goriaux (LTE) pour faire les relevés de position de ce véhicule et comparer la position vue par ce GPS avec la position vue par l'hélicoptère et identifiée d'après le traitement des images. Le toit du

camion avait été préalablement peint avec un damier noir et jaune pour permettre son identification depuis l'hélicoptère.

Malheureusement très peu de données sont disponibles, cependant, suffisamment pour pouvoir comparer ces informations avec celles du GPS non submétrique qui équipait également ce camion. On pourra donc de manière indirecte avoir assez de données pour estimer la précision des positions identifiées par le système d'identification des trajectoires de véhicules sur les images prises par l'hélicoptère. Une première analyse des comparaisons des trajectoires GPS des deux appareils a été faite, les différences ne sont pas identiques dans les différentes directions (X, Y et Z).

A noter également que la tâche 1 sera achevée en Septembre 2012 (départ de L. Debize fin août 2012).

Tâche 2 : recueil de données de pollution

Il est important de signaler une fois de plus (voir à ce sujet le compte rendu de la réunion de juin 2011) que cette tâche a été enrichie par l'apport du projet PM drive et de l'arrivée de Mathieu Goriaux au LTE, qui souhaitait collecter également des données de sortie de pot d'échappement avec un camion dédié.

Tâche 2.1 : recueil de données de pollution pendant 4 périodes de 2011 par quatre dispositifs d'Ascoparg

Cette partie, comme la partie sur le recueil de données d'identification du parc a été prévue dès le départ de MOCOPO. H. Chanut a présenté le travail réalisé par Ascoparg. Les trois premiers dispositifs de recueils ont été placés en bord de rocade et le dernier à distance de l'autoroute, de manière à mesurer la pollution de fond :

- Le dispositif fixe du Rondeau ;
- Un dispositif mobile à Echirrolles (au même endroit que les caméras d'identification du parc et que le dispositif placé par le laboratoire de Chimie de Provence dans le cadre de PM drive) ;
- Un dispositif mobile à Eybens.
- Un dispositif fixe dans la cour de l'école maternelle des frênes.

Ces données sont décrites dans les transparents joints, le tableau ci-dessous précise les périodes de recueil.

Saison	Période
Hiver	17/01/2011 au 03/02/2011
Printemps	24/03/2011 au 12/04/2011
Eté	17/06/2011 au 05/07/2011
Automne	09/09/2011 au 27/09/2011

Tableau 2 : périodes de recueil de données de la tâche 2.1

Ces données ont été déjà partiellement transmises pour mise à disposition sur le site web. L'analyse révèle que les taux mesurés sont en hiver supérieurs aux normes réglementaires.

Les données comprennent aussi des informations sur la météo notamment sur la direction du vent. Il se trouve que majoritairement les vents viennent du sud ou du sud ouest et que donc le recueil (qui dans les trois cas est situé sur la bordure de la rocade extérieure, c'est-à-dire au sud de celle-ci) est

plutôt mal placé, les vents allant du camion de recueil vers la rocade et non l'inverse. Les vents restent cependant faibles.

Recueils PM Drive complémentaires du 10 au 25 septembre

L. Polo a présenté les transparents qu'elle avait préparés avec d'autres collègues du projet PM drive (jointes en annexe). Les principales conclusions sont :

- Influence du trafic (en particulier on remarque, comme dans les observations de trafic que la pointe du matin est plus courte et plus intense que la pointe du soir, de même les jours de semaine correspondent à des valeurs de NOx plus fortes que pour les fins de semaine)
- Cyclicité journalière
- Comparaison entre fond urbain et proximité trafic
- Caractérisations chimiques différenciées

Le travail se poursuit, d'une part en continuant l'analyse chimique des prélèvements réalisés, d'autre part en combinant les données de trafic de la tâche 3.2 avec les données de pollution. Ceci fera l'objet de la thèse de Lucie Polo, co-encadrée par Jean-Luc Jaffrezo et Aurélie Charron.

Tâche 2.2 : Recueils de données sur la composition du parc

La première phase de cette sous tâche a eu lieu avec le recueil par les caméras placées sur le Panneau à Message Variable d'Echirolles des identifiants. Une caméra était placée sur chacune des quatre voies de l'autoroute (deux par sens). Le tableau ci-dessous détaille les périodes de disponibilité. Il est à noter que bien que nous ayons payé pour la location des caméras pendant quinze jours (du 12 au 26 septembre) nous disposons d'information sur une période bien plus longue. Ceci nous permettra d'avoir une vision plus complète du parc.

Jours	Fichiers CLAP disponibles
Ve 9 9	1, 2, 4
Sa 10 9 et di 11 9	1, 2, 3
Lu 12 au Sa 17	1, 2, 3, 4
Di 18 au Lu 3 10	1, 2, 4
Ma 4 au lu 10 10	1, 2, 3, 4

Tableau 3 : Fonctionnement des caméras pendant la période de recueil de données d'identifiants du parc automobile

M. André a annoncé qu'il recrutera prochainement la personne qui sera chargée de mettre en relation les identifiants avec la compagnie qui stocke les informations sur la date de mise en service et la motorisation des véhicules (association des auxiliaires de l'automobile). C'est en effet relativement bloquant pour les tâches de modélisation (voir plus bas le planning).

Tâche 2.3 : Recueil de données à bord d'un camion équipé.

M. Goriaux a présenté les navettes qu'il a réalisées pour se trouver à proximité de tous les sites de recueil de MOCOpo. Suite à une panne de capteur, il n'a mesuré que les données des gaz (et pas les particules comme prévu initialement).

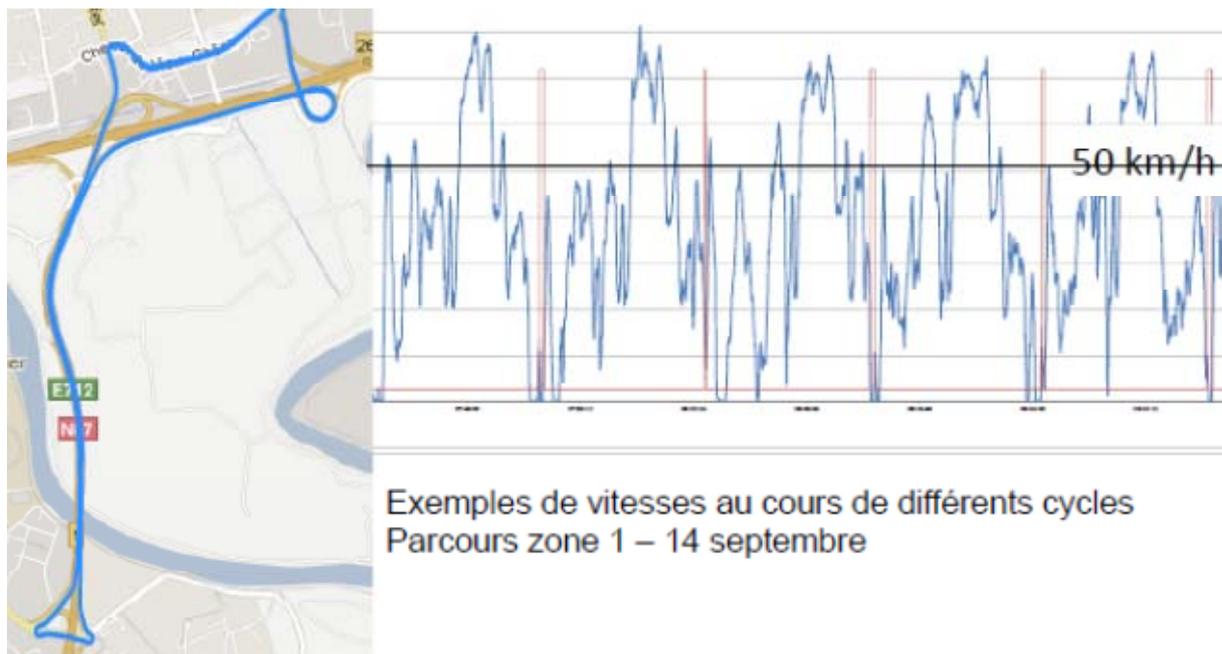


Figure 2 : un exemple de trajet réalisé avec le camion équipé et de profil de vitesse associé

L'idée est ensuite de faire des essais avec le même camion sur le banc du LTE et de comparer les émissions. La question de la représentativité d'une expérimentation réalisée ainsi par une flotte très réduite (un véhicule) est une des pistes à explorer. On pourra d'ores et déjà, en croisant avec les données de trafic, regarder si dans des conditions globales similaires les émissions recueillies sont semblables d'un trajet à l'autre.

Tâche 3 : collecte de données de trafic au sol

Tâche 3.1 : collecte d'identifiants par des magnétomètres

Cette tâche a connu des retards en 2011, qui n'ont pas permis la mise en place des capteurs pour l'expérimentation de septembre. Une réunion sera organisée tout début 2012 pour permettre de recalibrer le calendrier des tâches 3 et 4 (tâche de modélisation impactée par le retard sur la tâche 3).

Rappelons que l'impact de ceci sur l'architecture du projet est relativement mineur. En effet, ce qui était prévu était d'utiliser sur le Rondeau :

- D'une part les identifications des matrices origine destination (MatOD) et les temps de parcours individuels (TPI) déterminés d'après les trajectoires obtenues à l'issue de la tâche 1 (le Rondeau est en effet la zone 3 des vols d'hélicoptère de la tâche 1)
- D'autre part les mêmes informations issues des identifications par analyse du signal magnétique recueilli aux bornes des magnétomètres qui auraient été placés en entrée et en sortie de cet échangeur.

La comparaison aurait permis la validation pratiquement automatique des résultats de la tâche 3.1, puisque la qualité des informations issues des trajectoires recueillies par hélicoptère est très élevée. Le fait que le recueil n'ait pu être simultané implique qu'une autre méthode que celle-ci soit utilisée pour valider la méthode d'identification de véhicules par magnétomètres. On envisage d'utiliser une identification des véhicules d'après des films pris au niveau du sol, par exemple.

Tâche 3.2 : recueil de données macroscopiques par capteurs au sol

Les données sont recueillies par des boucles magnétiques classiques dont l'information est tirée du poste central de la DIR-CE. Les données ont été transmises et seront mises à disposition sur le site. La disponibilité n'est pas de 100%, par contre, on dispose des périodes qui concernent tous les recueils

d'Ascoparg. Les données sont les vitesses moyennes (moyenne harmonique) de débits et de taux d'occupation sur les deux sens (les deux voies de chaque sens sont mélangées) et pour des périodes de 6 minutes. Le tableau ci-dessous présente les positions (les distances sont exprimées en PR c'est-à-dire approximativement des kilomètres depuis le PR 0 qui est la jonction avec l'A480).

Nom de la boucle	PR
RO : Rondeau (Pollution)	0+300
EG : Etats Généraux	1+300
EC : Echirrolles (Pollution)	2+180
EY : Eybens (Pollution)	3+600
SM : Saint Martin d'Hères	7+300
ME : Meylan	9+200

Tableau 4 : Position des boucles électromagnétiques donnant les vitesses, débits, taux d'occupation pour des périodes de 6 minutes.

Tâches de modélisation et calendrier d'avancement 2012 2013

Finalement, les deux derniers points prévus à l'ordre du jour ont été regroupés dans ce point.

Tâche 4 : MatOD et TP à partir des indentifications des véhicules

Cette tâche ne pourra réellement démarrer que lorsque la tâche 4 aura produit des données. Un retard est à prévoir (voir ci-dessous la figure 3 avec la liste des livrables). Ce point sera également abordé lors de la réunion de début 2012 avec les membres de la tâche 3.

Tâche 5 : modélisation des changements de voies

Un travail a déjà commencé sur ce sujet, dans le cadre de la thèse de F. Marczak qui a débuté en oct. 2011 sous la responsabilité de Ch. Buisson. En collaboration avec W. Daamen (TU Delft), des travaux sont en cours qui devraient aboutir à au moins une soumission de publication en anglais sur le sujet du livrable 5.1, prévu pour décembre 2012. Une version étendue de ce travail sera écrite en français pour ce livrable.

Tâche 6 : Modélisation statistique des comportements de conduite en file

D. Daucher a expliqué que le CDD-post doc prévu sera recruté en septembre 2012 et les données de la zone 2 sont attendues avec impatience pour commencer le travail qui pour l'instant n'a porté que sur les quelques données déjà disponibles.

Tâche 7 : Modélisation des émissions et de la pollution

Plusieurs sous tâches sont prévues dans cette tâche, cependant, tant que l'identification des la motorisation des véhicules circulant n'aura pas été possible, il sera difficile de réaliser le travail de prévision des émissions. F. Troude a en particulier évoqué le souhait d'Ascoparg d'utiliser les données de trafic plus fines que celles habituellement utilisés en entrées des modèles d'émission et les recueils de polluants faits également à une échelle de temps plus courte pour produire des résultats à une fréquence différente de la fréquence habituelle.

Il est donc impératif que le travail d'identification du parc soit fait relativement rapidement, car son retard conduirait à un retard dans le livrable 7.1. Or, en fin de projet un grand rapport de synthèse est prévu pour capitaliser toutes les observations et modélisations en écrivant collectivement des recommandations opérationnelles sur la gestion du trafic en vue de minimiser à la fois la congestion et la pollution. Il est nécessaire que les rapports de modélisation soient livrés suffisamment tôt pour

que la synthèse ait le temps de se faire avant la remise de ce dernier livrable, prévu en décembre 2013.

Livrables (Rappel : le mois 1 de l'année 1 est Janvier 2011)

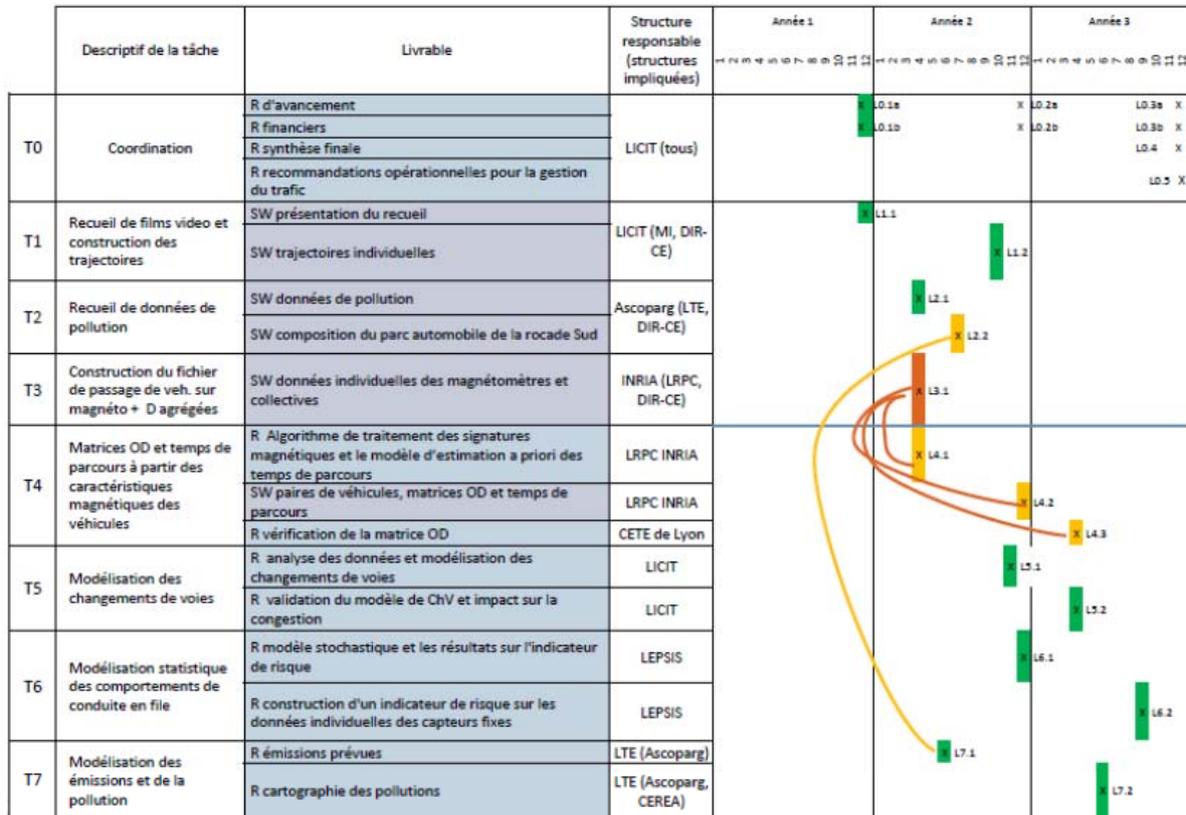


Figure 3 : rappel sur les dates de livrables prévues initialement dans MOCOPo.

On constate que le retard sur la partie de la tâche 2 portant sur l'identification de la composition du parc impacte le rapport 7.1 de la tâche 7. Parallèlement, le retard dans la tâche 3 impacte le déroulement de la tâche 4.

Conclusion

En 2012, il est prévu de faire autant de réunions de tâches que nécessaire et de ne faire la prochaine réunion plénière que fin 2012.

Chacun des participants est invité à transmettre les données dont il dispose à laurent.debize@entpe.fr et à rédiger la description de sa tâche ou de sa sous tâche (en anglais) pour mise à disposition sur le site web.

Rédaction du compte rendu : ChB
Relecture CP, LD et FM
Le 13 janvier 2012



MOCOPO

Bilan des mesures de qualité de l'air

8 décembre 2011

ASCOPARG

Association pour le Contrôle et la Prévention de l'Air
dans la Région Grenobloise

44 avenue Marcelin Berthelot- 38100 GRENOBLE

www.atmo-rhonealpes.org

ASCOPARG



Plan

- Présentation des sites de mesures et des campagnes
- Résultats qualité de l'air
- Zoom sur la campagne de septembre

ASCOPARG



Localisation des sites de mesures



Localisation des sites de mesure du Projet MOCOPO

- 2 stations mobiles aux abords de la Rocade Sud :
 - Echirolles
 - Eybens
- Deux stations fixes :
 - Le Rondeau (proximité trafic) – sortie d'échangeur avec A480
 - Les Frênes : site de fond



Périodes de mesures

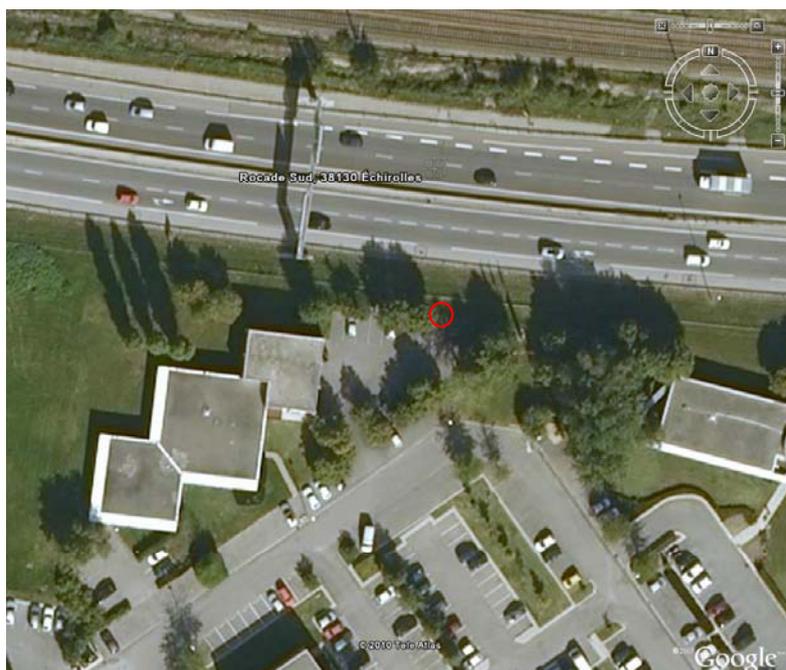
2 semaines de mesures par saison sont nécessaires pour avoir une bonne représentativité de la moyenne annuelle sur laquelle sont fixés certains seuils réglementaires.

Saison	Période	Dénomination
Hiver	17/01/2011 au 03/02/2011	C1
Printemps	24/03/2011 au 12/04/2011	C2
Eté	17/06/2011 au 05/07/2011	C3
Automne	09/09/2011 au 27/09/2011	C4



Localisation des sites de mesures

Echirolles : $x = 714\ 360$ $Y = 5\ 003\ 291$ (UTM31/WGS84)



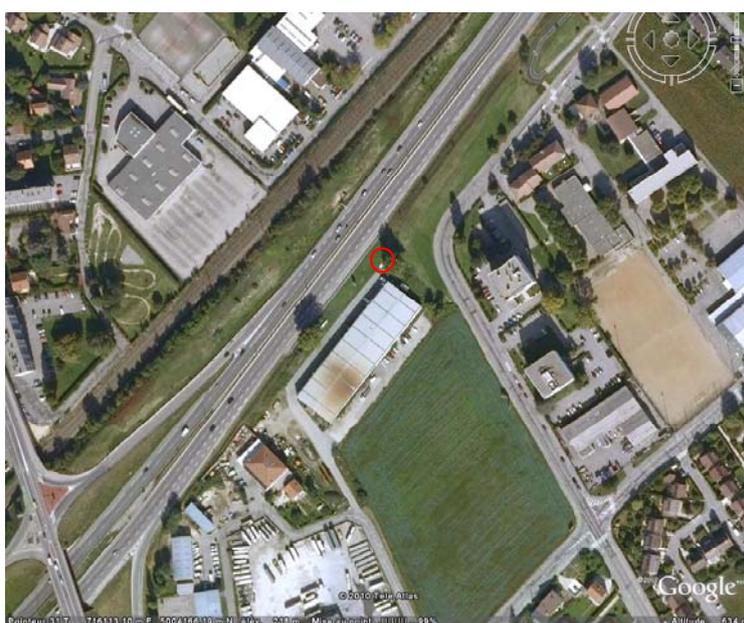
Distance voirie : 10 m

Paramètre	Echirolles
CO	X
NO	X
NO2	X
PM10	X
PM2.5	C4
T	X
DV	X
VV	X
Pas de temps	15 mn 10 sec



Localisation des sites de mesures

Eybens : $x = 716\ 112$, $Y = 5\ 004\ 194$ (UTM31/WGS84)



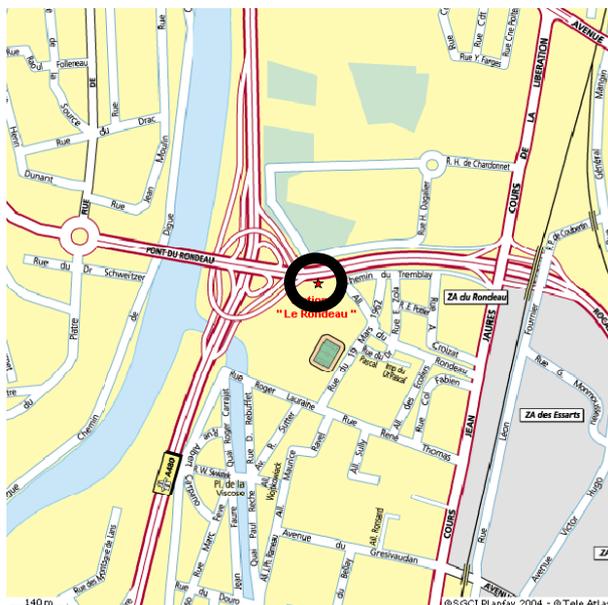
Distance voirie 10 m

Paramètre	Eybens
CO	X
NO	X
NO2	X
PM10	X
PM2.5	C1 C2 C3
T	X
DV	X
VV	X
Pas de temps	15 mn 10 sec



Localisation des sites de mesures

Le Rondeau: $x = 712\ 510$, $Y = 5\ 004\ 106$ (UTM31/WGS84)



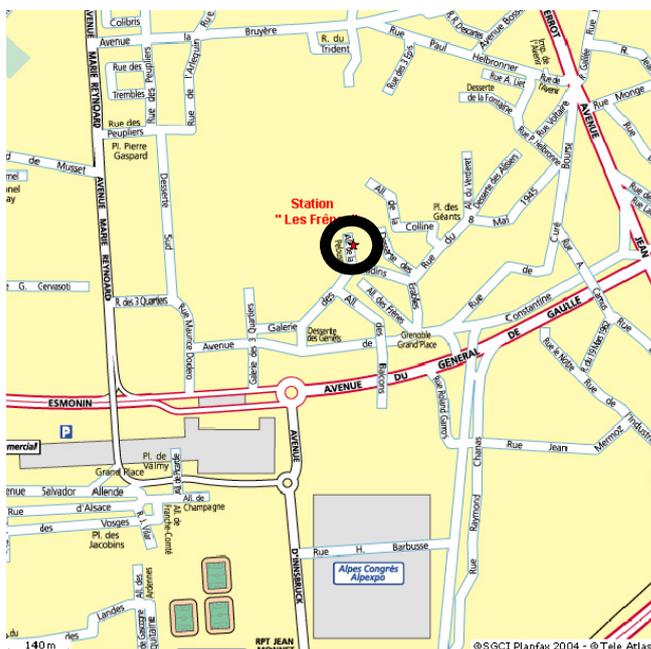
Distance voirie : 3,60 m de la première voie de circulation

Paramètre	Le Rondeau
CO	X
NO	X
NO2	X
PM10	X
PM2.5	C4
T	X
DV	X
VV	X
Pas de temps	15 mn



Localisation des sites de mesures

Les Frênes : $x = 715\ 003$, $Y = 5\ 004\ 614$ (UTM31/WGS84)

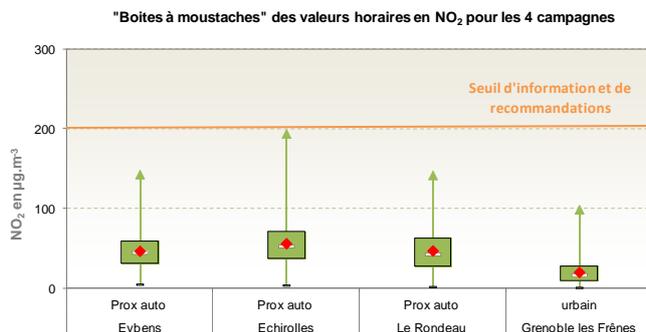
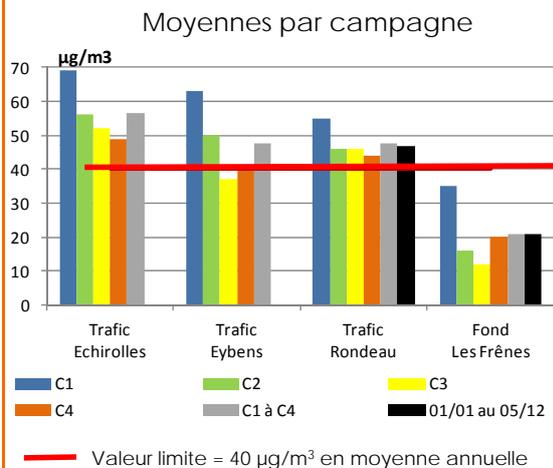


Paramètre	Les Frênes
CO	X
NO	X
NO2	X
PM10	X
PM2.5	X
T	X
DV	
VV	
Pas de temps	15 mn



Résultats qualité de l'air

Dioxyde d'azote (NO₂)

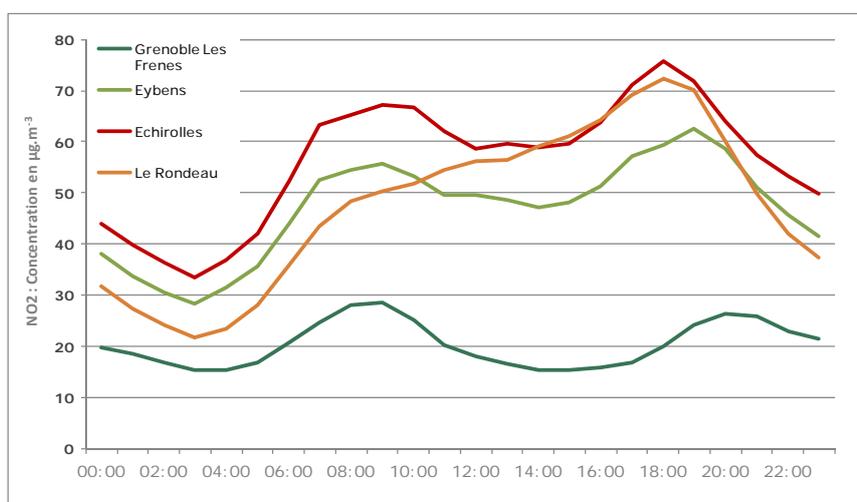


- Dépassement de la valeur limite sur les 3 sites de proximité trafic, excepté C3 sur Eybens.
- Aucun dépassement du seuil horaire d'information (200 µg/m³). La valeur maximale absolue a été observée à Echiroles (194) le 21/01/2011 à 10h locales.



Résultats qualité de l'air

Dioxyde d'azote (NO₂) – profils horaires des 4 campagnes

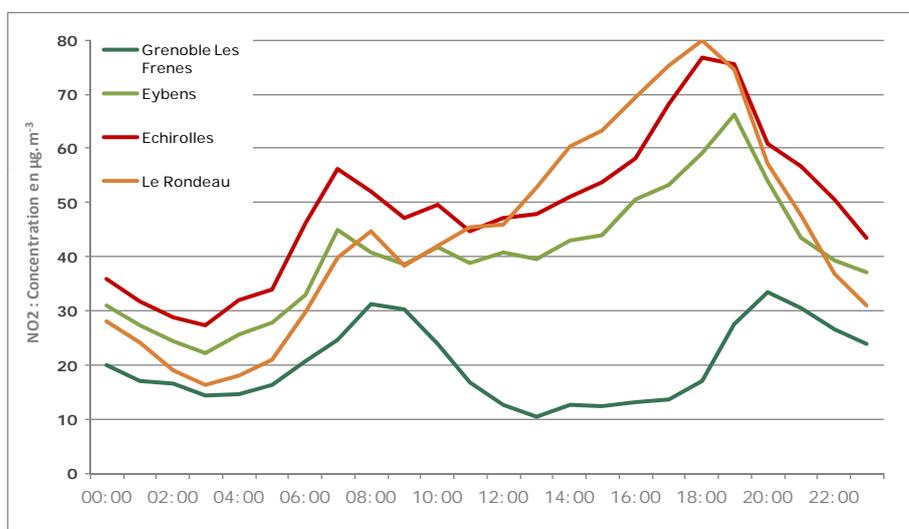


Sur les 4 campagnes, le pic du matin est plus étalé (moins bonne dispersion), tandis que le pic de trafic du soir est plus fort



Résultats qualité de l'air

Dioxyde d'azote (NO₂) – profil horaire de la campagne C4



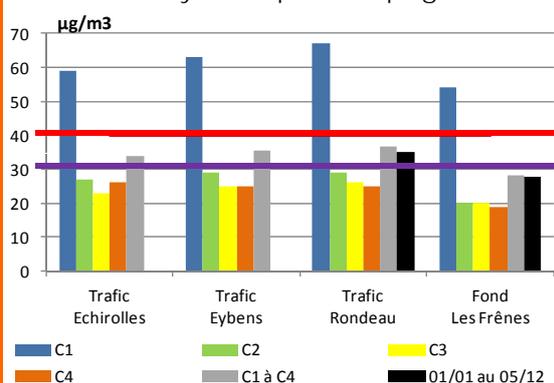
Les concentrations sont beaucoup plus élevées le soir sur la campagne de septembre, avec des niveaux qui baissent peu en milieu de journée.



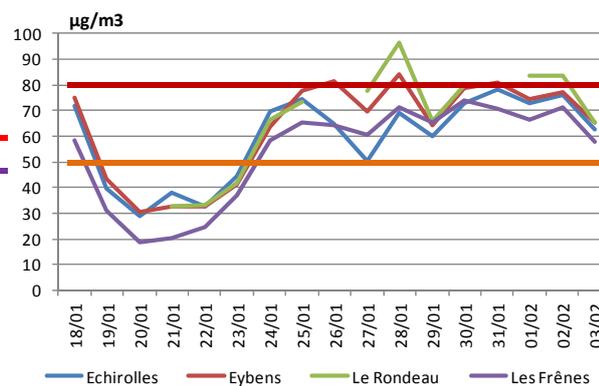
Résultats qualité de l'air

Particules (PM₁₀)

Moyennes par campagne



— Valeur limite = 40 µg/m³ en moyenne annuelle
— Objectif de qualité = 30 µg/m³ en moyenne annuelle



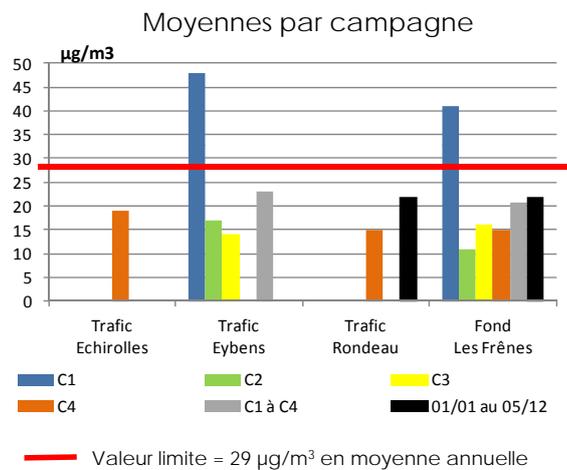
— Seuil d'information = 50 µg/m³ en moyenne journalière
— Seuil d'alerte = 80 µg/m³ en moyenne journalière

- Dépassement de la valeur limite sur l'ensemble des sites pour la campagne C1, mais aucun dépassement sur la moyenne des 4 campagnes (ni moyenne annuelle)
- Dépassement de l'objectif de qualité sur l'année sur les trois sites de proximité trafic
- Dépassements du seuil d'information (entre 10 et 12 jours) et d'alerte (entre 0 et 3 jours) concentrés sur la première campagne. Aucun dépassement sur les autres campagnes.



Résultats qualité de l'air

Particules (PM2.5)

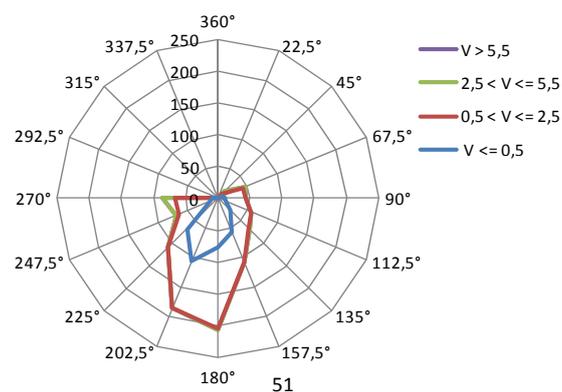
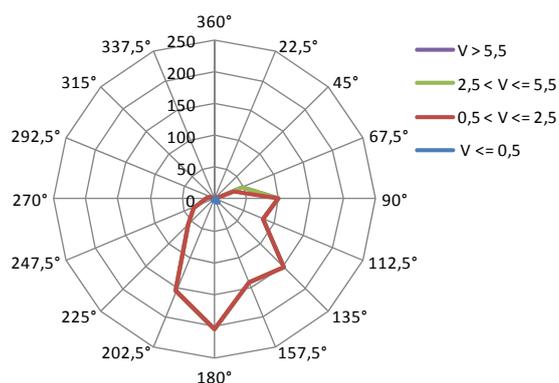


- Dépassement de la valeur limite annuelle sur les sites instrumentés pour la campagne C1, mais aucun dépassement sur la moyenne des 4 campagnes (ni moyenne annuelle)



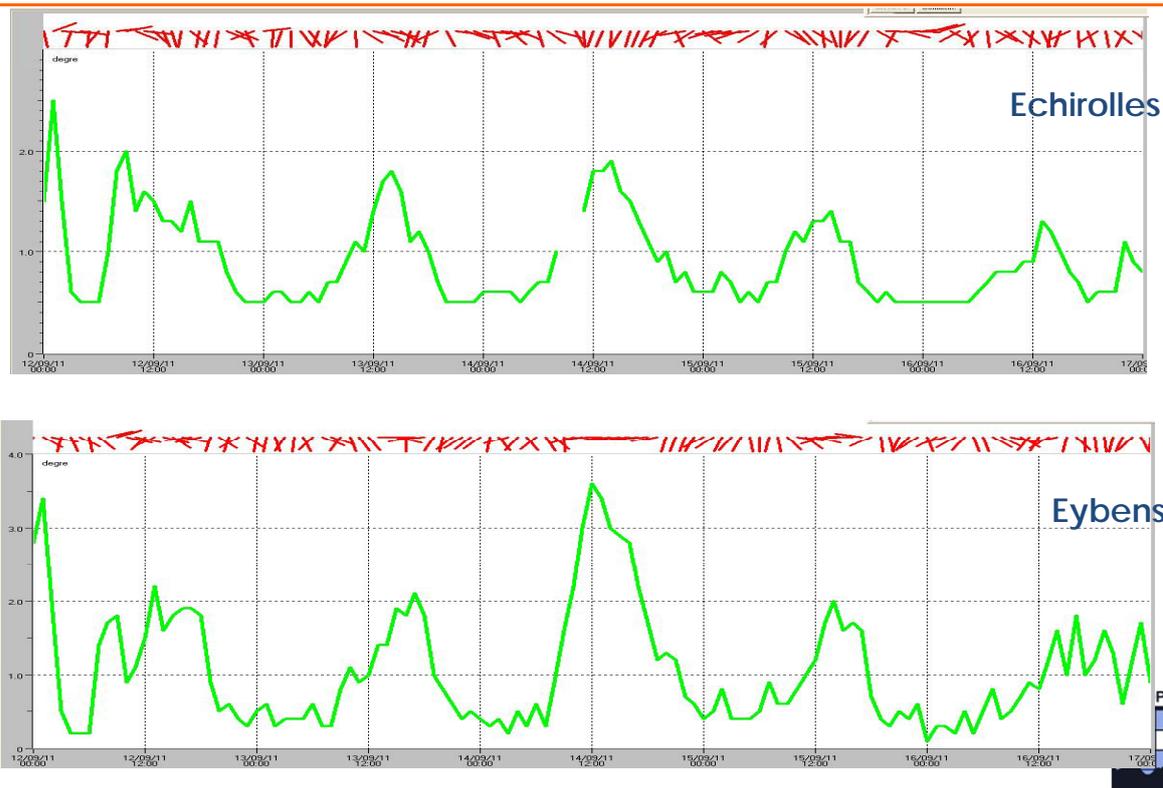
Zoom sur la campagne C4

Rose des vents



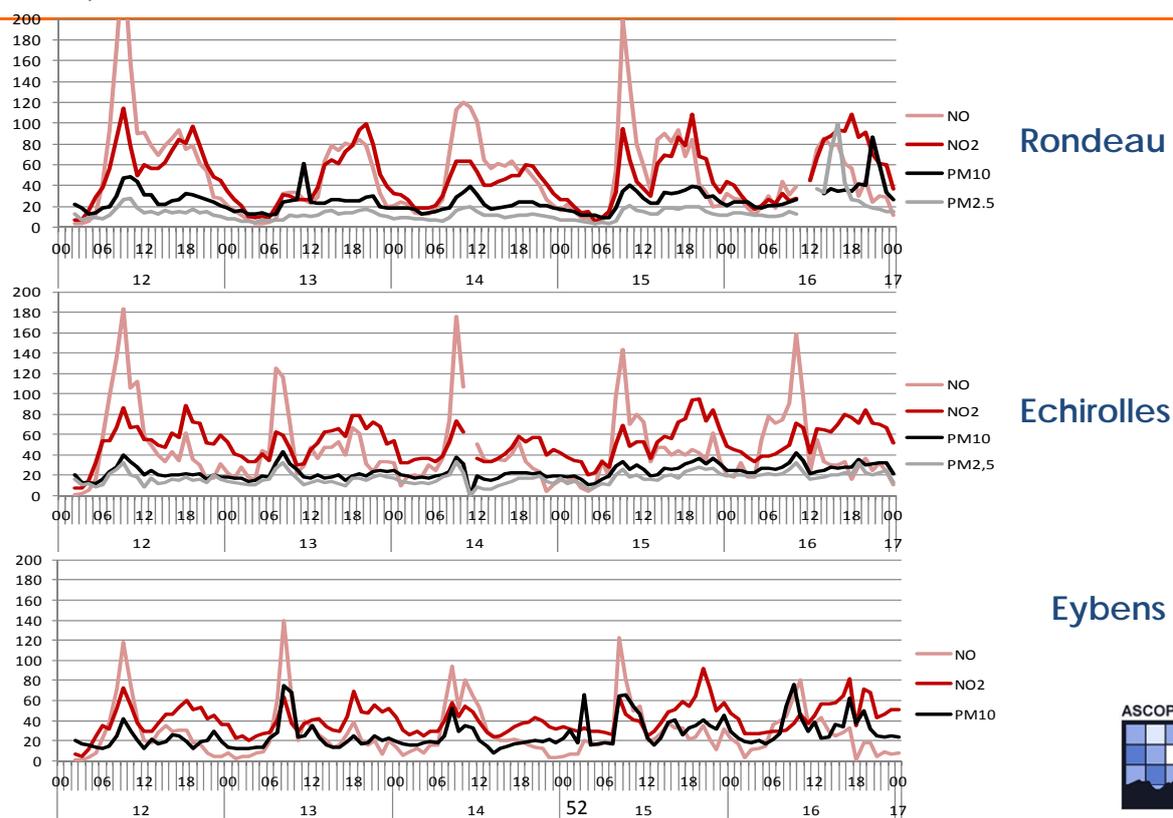
Zoom sur la campagne de septembre

Dispersion horizontale



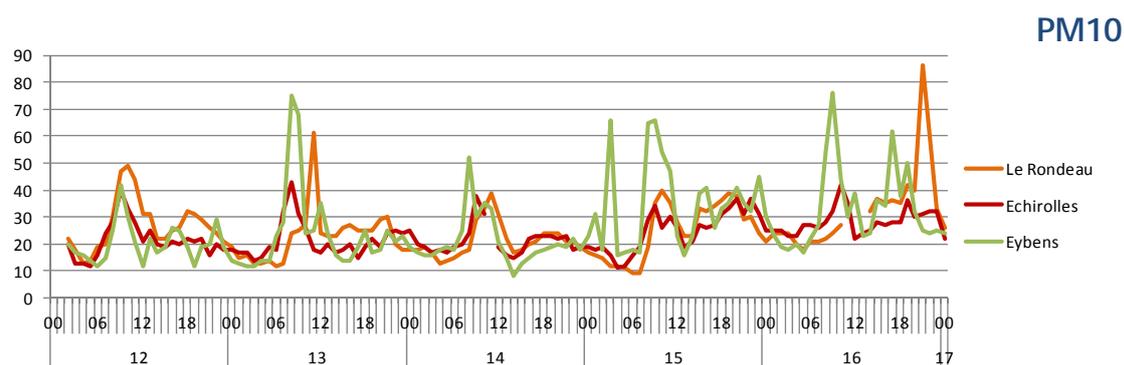
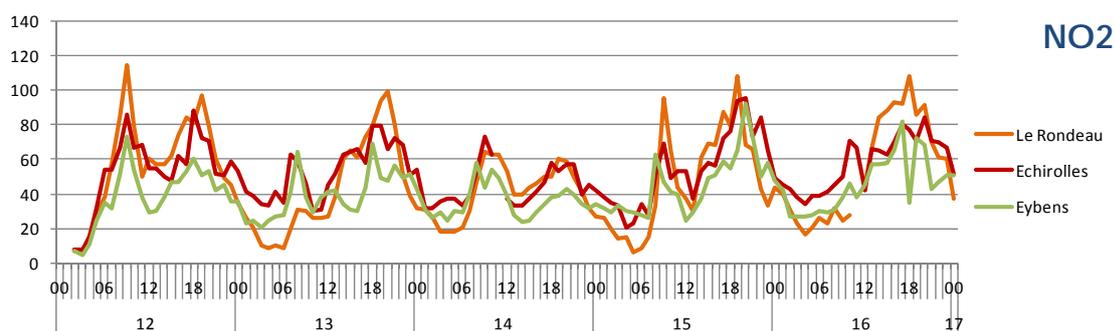
Zoom sur la campagne de septembre

Bilan par site de mesure



Zoom sur la campagne de septembre

Bilan par polluant



Perspectives

- Comparaison des données de qualité de l'air infra horaires avec données de comptages => sélection de plages horaires pertinentes au regard de la congestion observée sur la campagne de septembre
- Ces mesures serviront à valider les modèles de qualité de l'air qui seront mis en œuvre.



BILAN ET PERSPECTIVES DE LA CAMPAGNE MOCOPO-PM-DRIVE DE SEPTEMBRE 2011

L.Polo^{1,2}, J.L. Jaffrezo¹, A. Charron²,
N.Marchand³, J.L. Besombes⁴, V.Jacob¹

¹Université Joseph Fourier-CNRS-LGGE

²IFSTTAR-LTE

³LCP-Marseille

⁴Université de Savoie-LCME

Le 8 décembre 2011

L. Polo, MOCOPO, Lyon

2

MOCOPO & PM-drive

Lien **trafic et polluants** le
long d'un grand axe routier

- Comparaison fond urbain et proximité automobile



Recherche de traceurs
spécifiques aux
émissions véhiculaires

Lien **véhicule particulier et
polluants**

- Mesures sur banc à
rouleaux des émissions à
l'échappement



Calcul de nouveaux facteurs
d'émissions et recherche de
traceurs spécifiques aux
émissions directes

Emissions indirectes?



Mesures en proximité automobile et en fond urbain: Gaz et particules



es



Stratégie

Résultats

Perspectives

Questions scientifiques

Peut-on clairement mettre en évidence sur le site de proximité automobile:

- L'influence du trafic sur:
 - 1/ Les particules (nombre, concentration, profil chimique)
 - 2/ Les gaz (nombre, concentration, profil chimique)
- Des processus:
 - Cyclicité journalière?
 - Pics apparaissant aux heures de pointe?
- Des événements particuliers durant la campagne?
- Détermination des différents traceurs spécifiques du/des trafics, des différents type: d'émissions



Stratégie

55

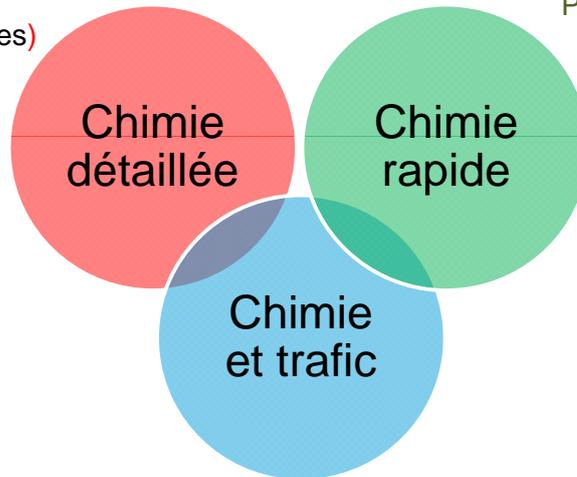
Résultats

Perspectives

Campagne en proximité automobile

Une première en France...

- Off-line:
 - Sass (COV, Aldéhydes)
 - DA80 (PM10)
 - Impacteur (PM0.1)



- Polluants réglementaires: PM10, PM2.5, NO₂, NO, CO, O₃, SO₂

- Instruments fins:
 - HR-TO-AMS (masse)
 - MAAP (masse BC)
 - SMPS (nombre)
 - OPC GRIMM (nombre)
 - PTR-TOF-MS (COV)
 - PILS (ions)



- Caméras, hélicoptère, boucles électromagnétiques (identifications des classes EURO, fréquence et nb de véhicules)



Stratégie

Résultats

Perspectives

Off-line: prox.automobile et fond urbain

Objectifs: Comprendre l'évolution des différents polluants le long d'un grand axe routier, caractériser les émissions véhiculaires, créer de nouveaux profils chimiques, trouver de nouveaux traceurs...

Stratégie adoptée:

Phase gaz

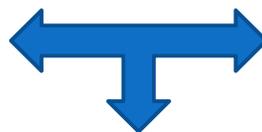


30^{aine} de COV et 15^{aine} d'aldéhydes

Phase particulaire



Caractérisation chimique détaillée des aspects ioniques élémentaires et organiques (80 composés)



Caractérisation complète de l'aérosol



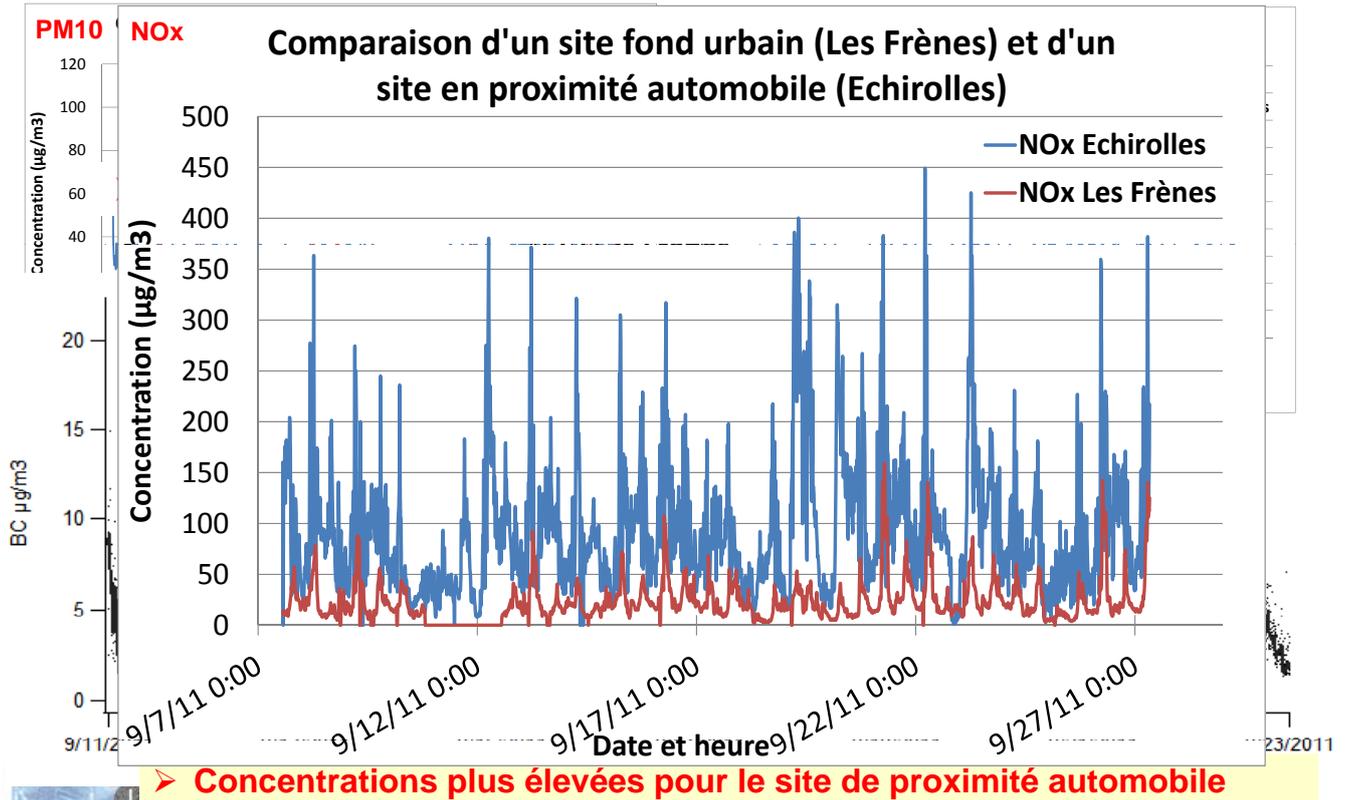
Stratégie

56

Résultats

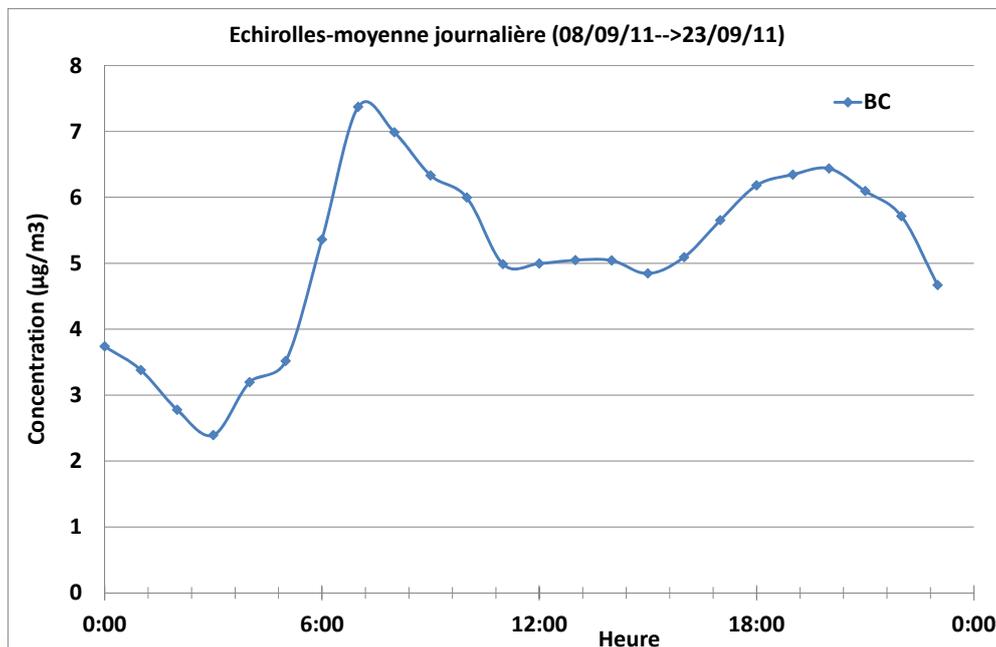
Perspectives

Campagne du 9/09/11 au 23/09/11: évolution temporelle PM10, NOx et BC

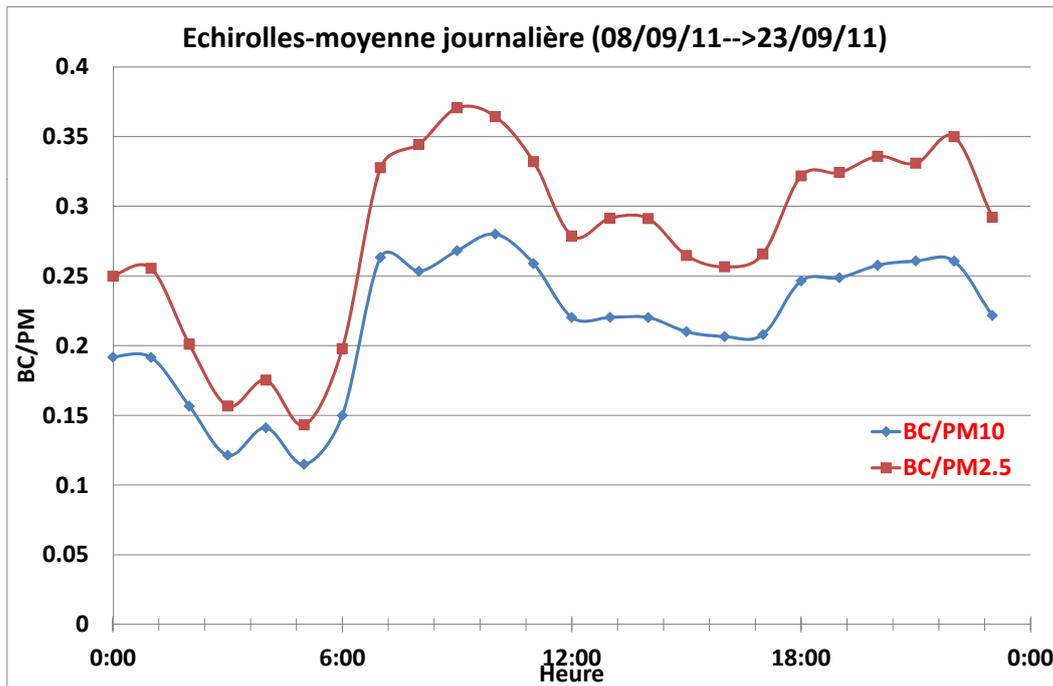


Premiers résultats: Particules (BC) (MAAP)

- Cycle journalier bien marqué: 2 pics matin et soir
- Concentration moyenne de 5µg/m³, (Fond urbain Grenoble en BC (PM2.5): 3µg/m³)

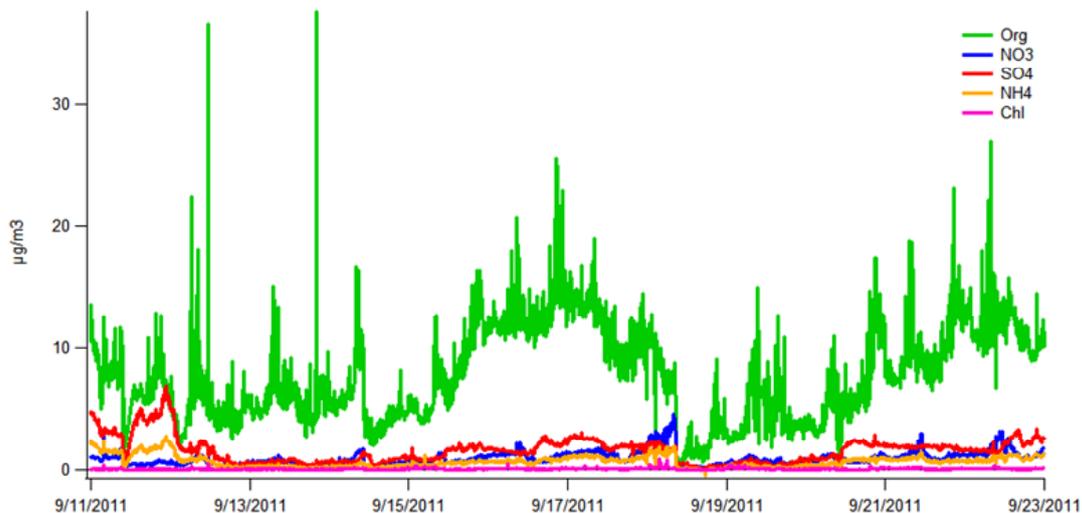


- BC/PM2.5: + influencé par les émissions directes des véhicules (2pics aux heures de pointe) que pour BC/PM10



AMS Premiers résultats: Evolution des fractions majeures de l'aérosol

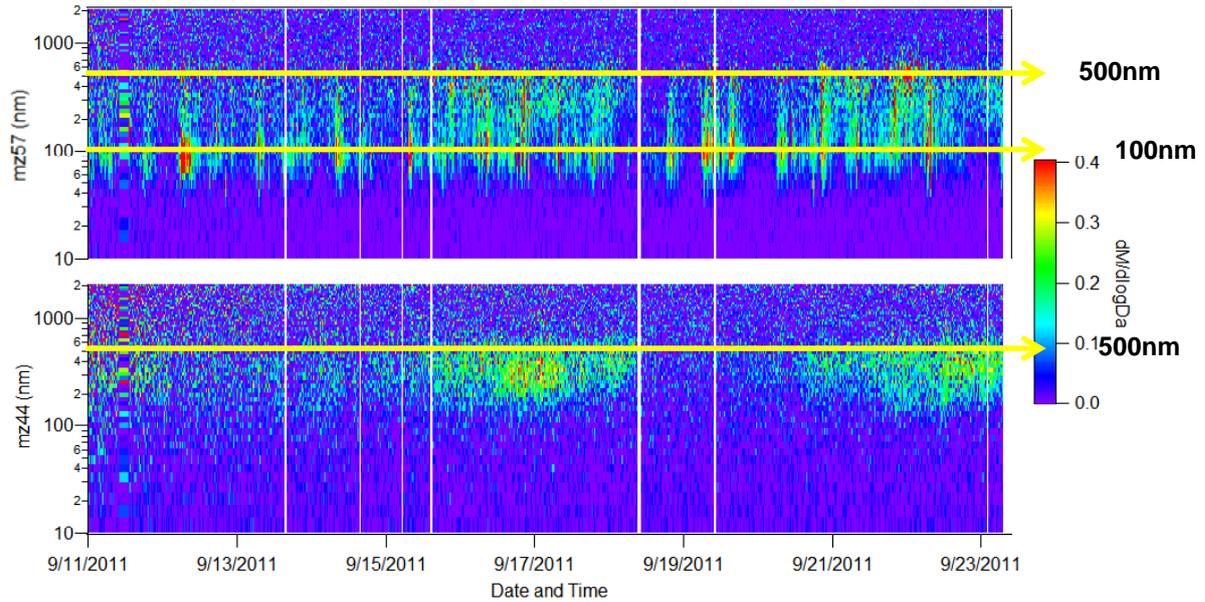
- Composés organiques largement majoritaire (env. 60% en masse de la matière mesurée) pour les PM1
- Maximas journaliers en accord avec le trafic



Distribution granulométrique (masse)

AMS:

- m/z 44 (CO_2^+): Aérosol secondaire
- m/z 57 (C_4H_9^+): Emissions véhiculaires



- Composition granulométrique différente pour le m/z 57 et m/z 44
- Variabilité différente pour les deux fragments

Contexte

Stratégie

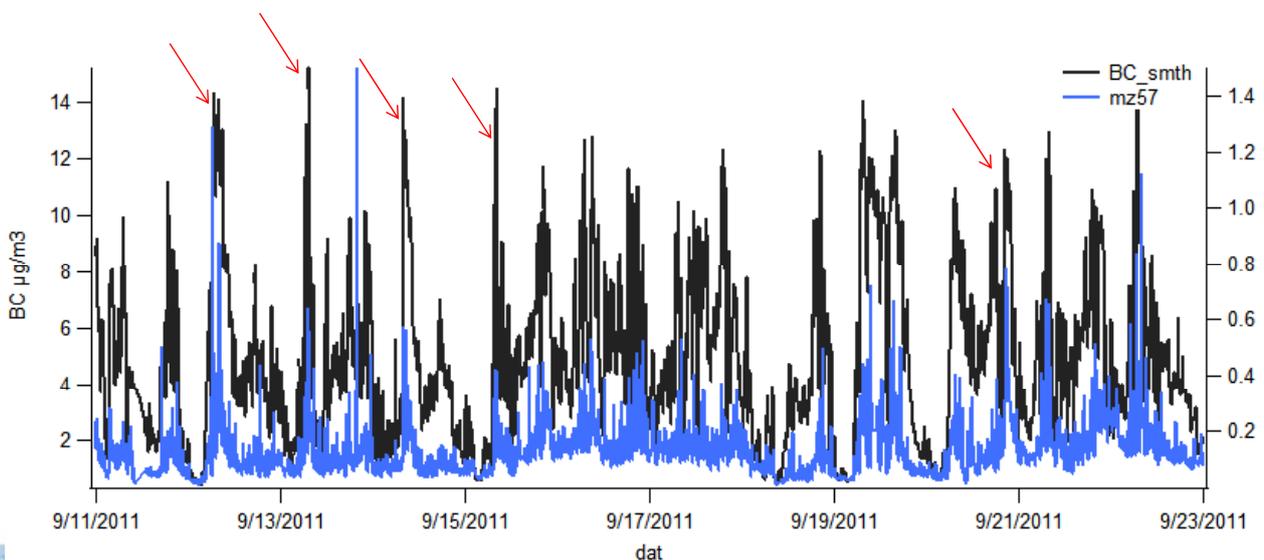
Résultats

Perspectives

AMS / MAAP

- m/z 57: C_4H_9^+ , lié aux émissions véhiculaires

- Assez bon accord entre le BC et le fragment 57: pics matinaux bien marqués



Contexte

Stratégie

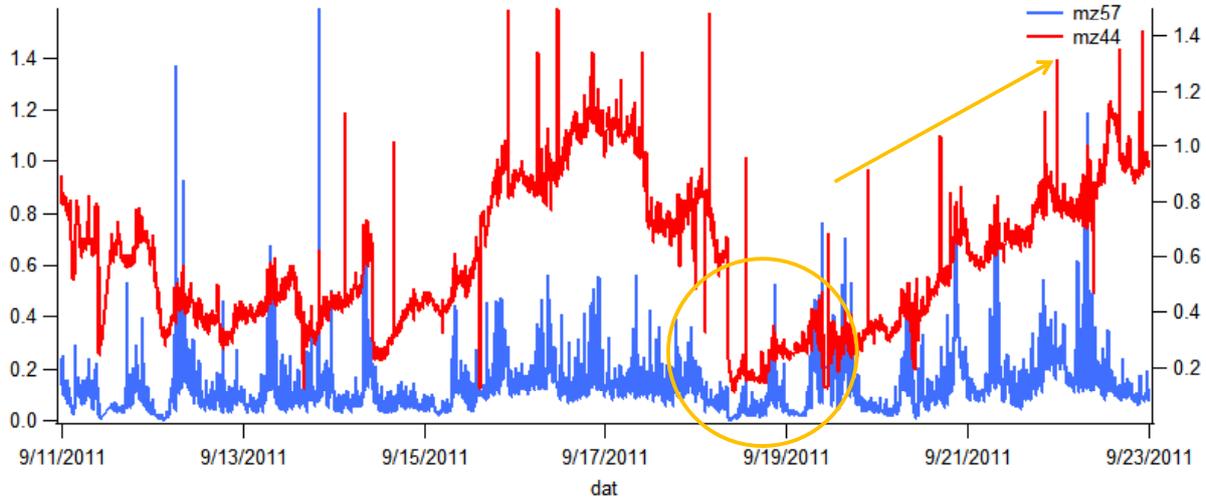
59

Résultats

Perspectives

AMS:

- m/z 44 (CO_2^+): Aérosol secondaire
- m/z 57 (C_4H_9^+): Emissions véhiculaires



- Influence du fond urbain
- Événement: weekend du 17/09 (pluie et orage)
- Augmentation lors de la dernière semaine: accumulation, brouillard photochimique visible à l'œil nu



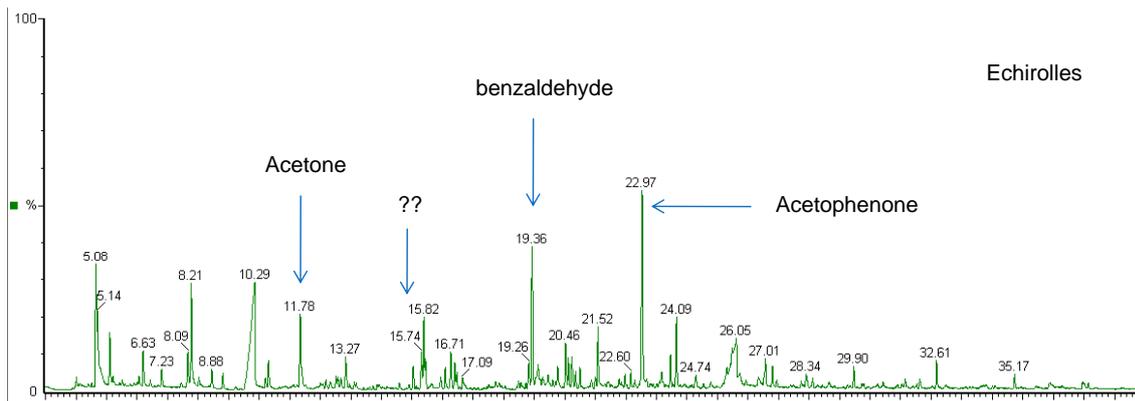
Contexte

Stratégie

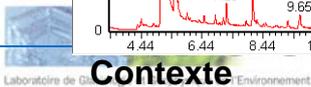
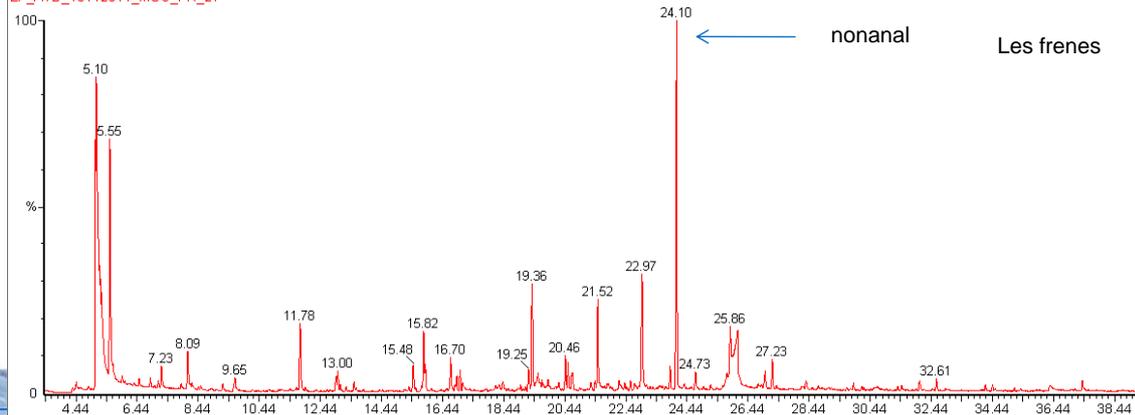
Résultats

Perspectives

11/09/2011- 19h30-23h30



LP_ATD_10112011_MOC_FR_27



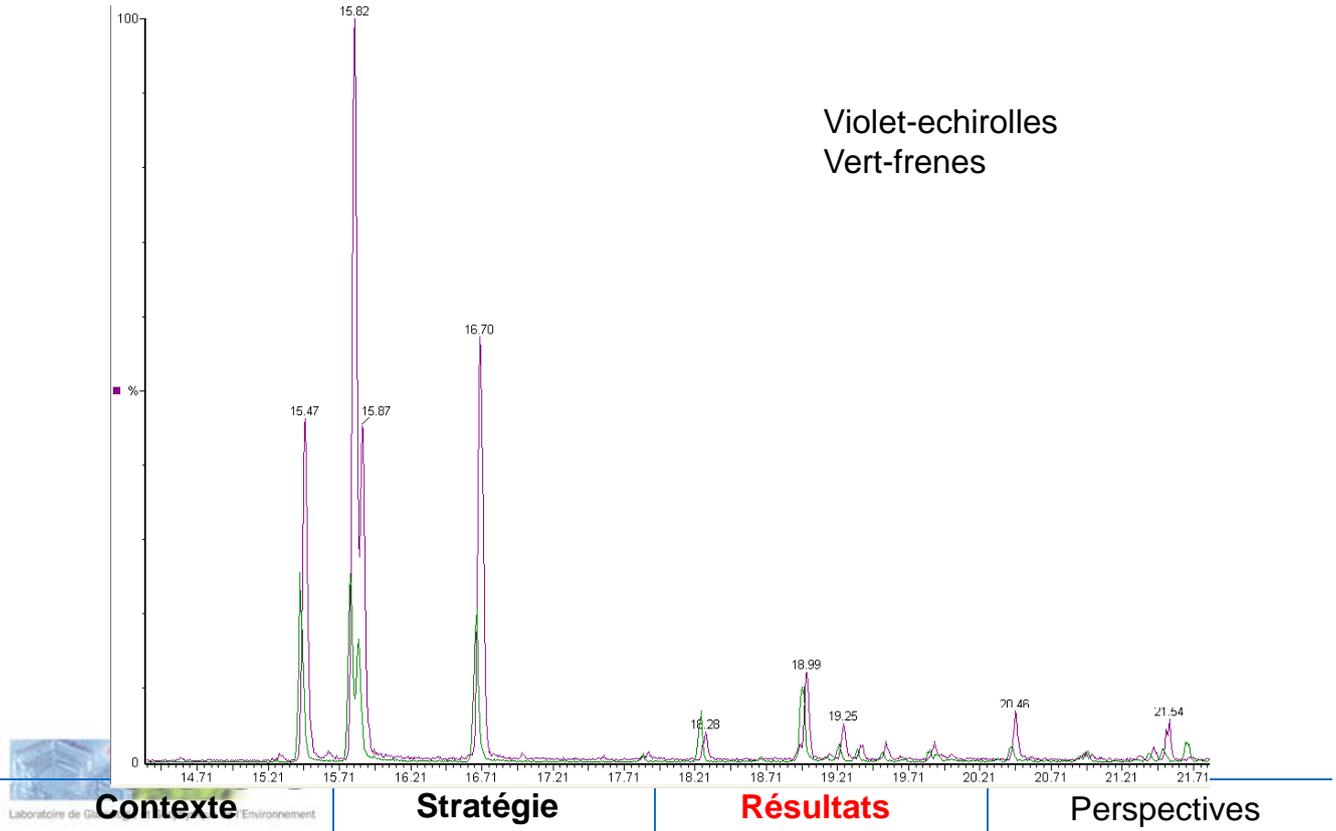
Contexte

Stratégie

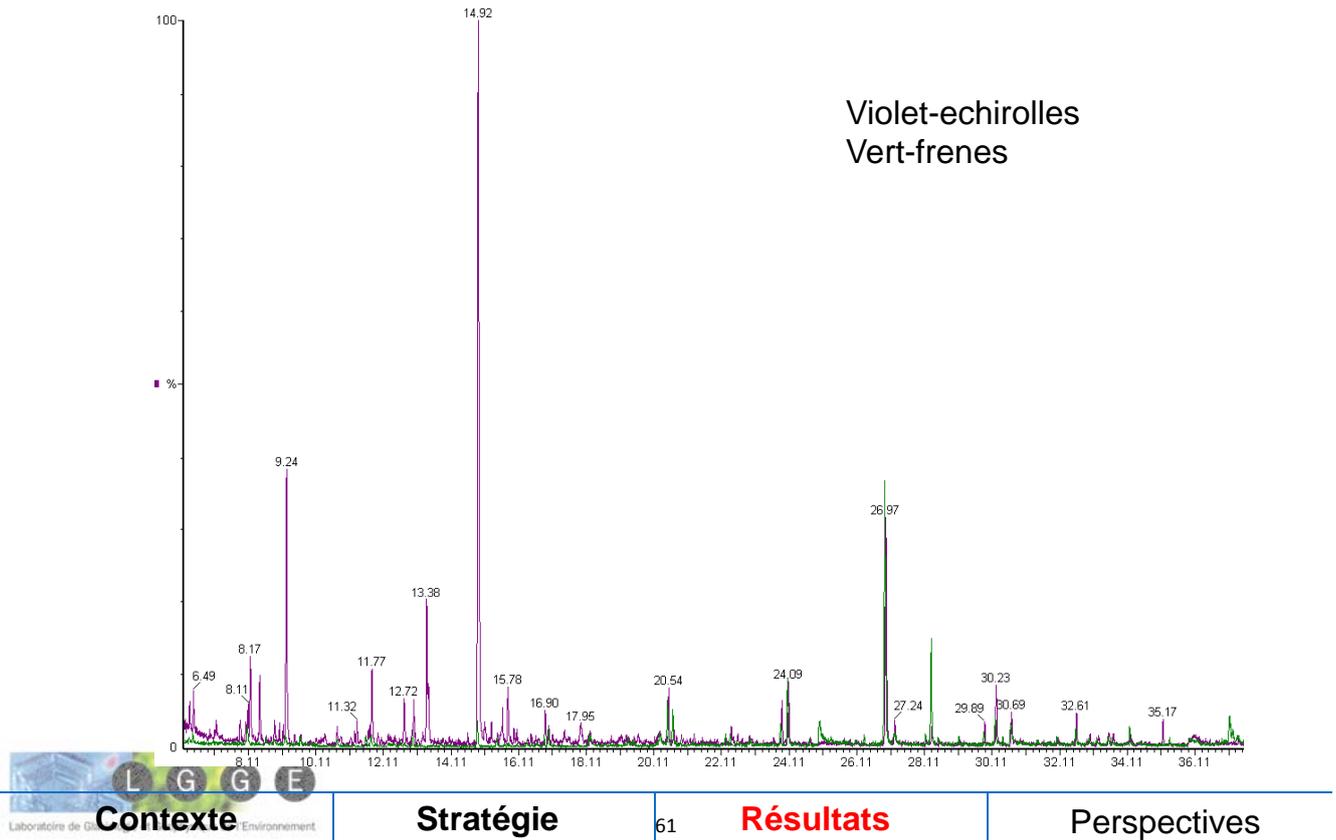
Résultats

Perspectives

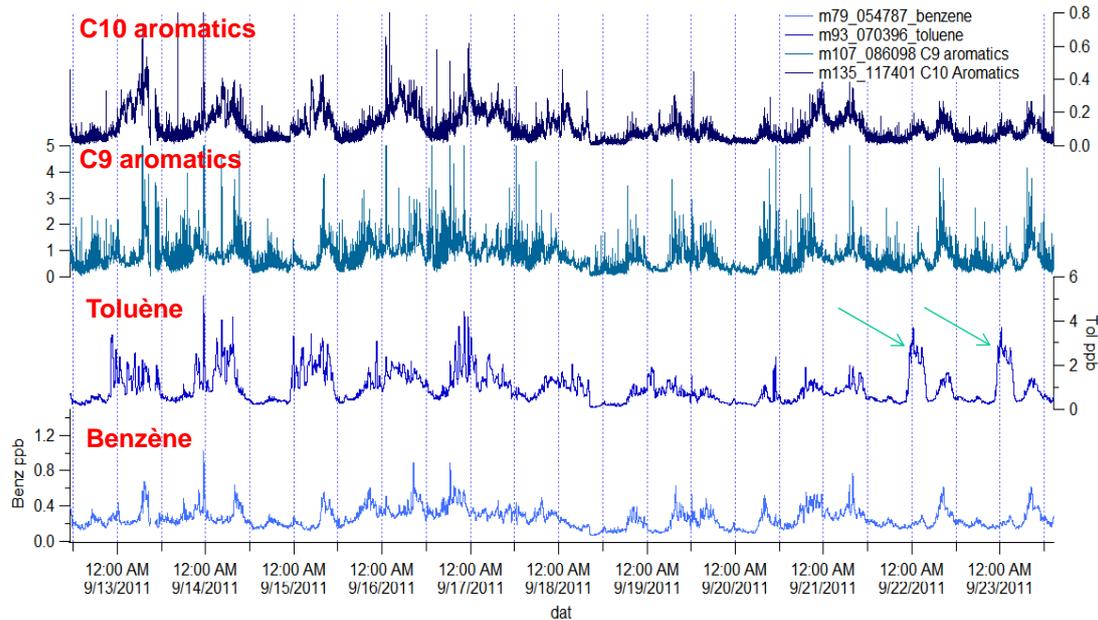
09/09/2011- Aromatiques-19h30-23h30



09/09/2011- Alcanes-19h30-23h30



PTR-ToF-MS: Exemple d'analyse des gaz (50-70 COV, 25 secondes)



- Différents comportements
- Evènements de nuit pour le toluène (fin de campagne) et le benzène



Contexte

Stratégie

Résultats

Perspectives

Conclusions:

- Bilan jusqu'à aujourd'hui:
 - Cartouches COV et aldéhydes sont en cours d'analyse (fin avant Noël)
 - Données AMS (organiques, nitrates, sulfates, ammonium) disponibles
 - Données temporelles PTR-MS (une 40aine de COVs), MAAP, SMPS disponibles
 - Données météo disponibles
- Beaucoup de choses sont déjà mises en évidence:
 - Influence du trafic
 - Cyclicité journalière
 - Comparaison entre fond urbain et proximité trafic
 - Caractérisations chimiques différenciées



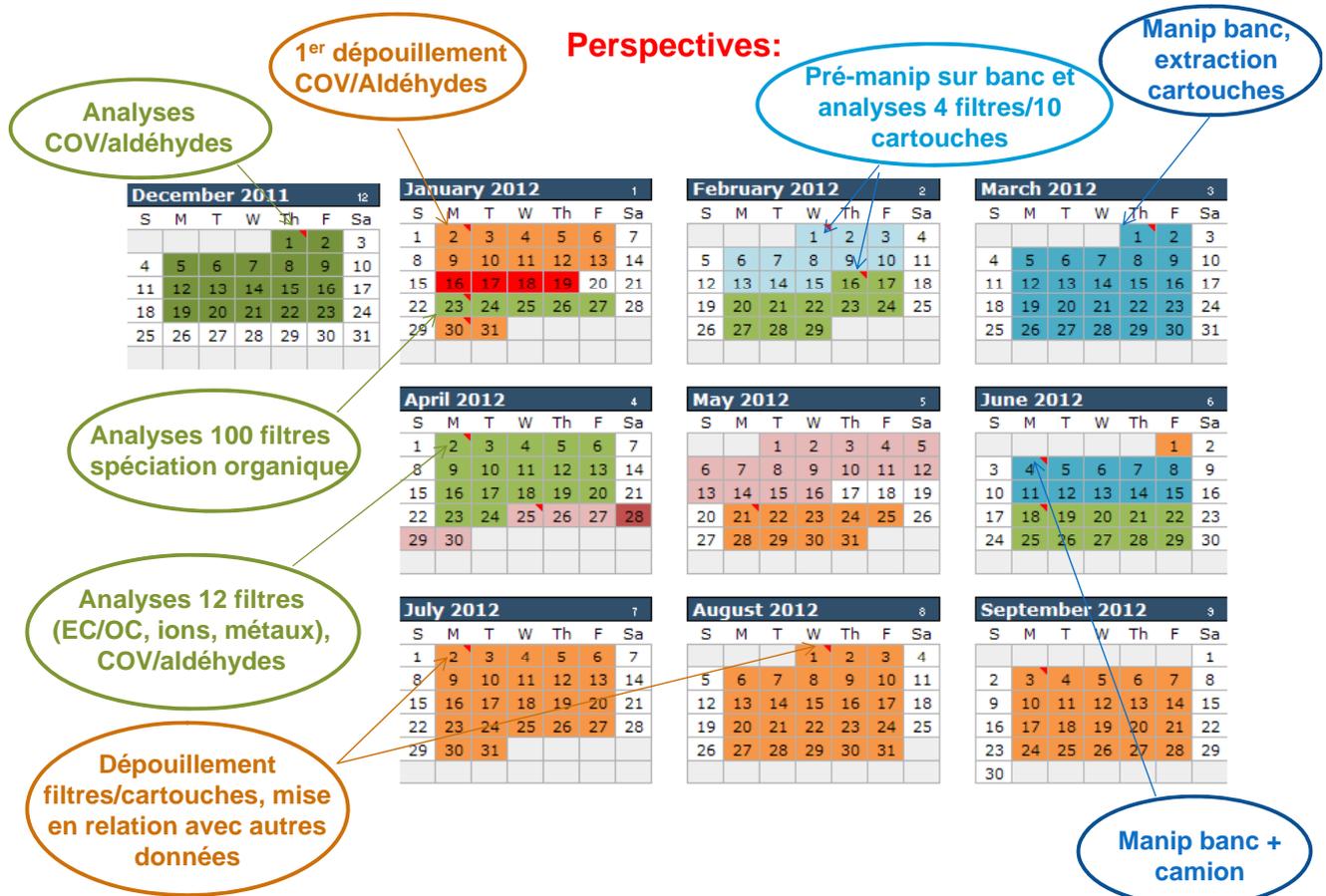
Contexte

Stratégie

62

Résultats

Perspectives



Perspectives:

En priorité (janvier-juillet 2012):

- Analyses env. 100 filtres en EC/OC, ions, métaux, spéciation organiques
- Dépouillement de ces filtres
- Dépouillement spectres des cartouches COV et aldéhydes (400)
- Travail sur les données des instruments on-line (AMS, SMPS, PTR-MS, MAAP...)
- Pré-manip et manip sur banc à rouleaux, analyses et dépouillement

En perspectives (Juillet...):

- Travail plus fin sur les données, mises en relation avec les données trafic, comparaison on-line/off-line...
- Recherche plus fine de composés « extra » sur les spectres obtenus (gaz et particules)
- Traitement statistiques CMB/PMF pour les sources
- Modélisation des processus rapides

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

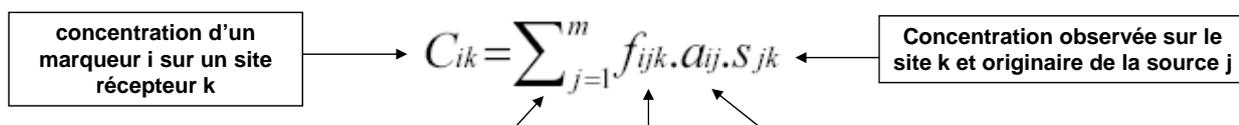
L.Polo remercie:

- L'équipe de Grenoble (LGGE): Aude, Julie
- L'équipe de Lyon (IFSTTAR): Matthieu
- L'équipe de Marseille (LCP): Brice, Sylvain
- La région Rhône Alpes pour son financement d'allocation doctorale de recherche

Mis en place et soutenu par



Méthodologie d'études des sources: **Le Chemical Mass Balance**



Limites du CMB:

- Profils de sources adaptées à rentrer dans le modèle
- Nécessité d'avoir des méthodes analytiques performantes pour obtenir de nouveaux marqueurs chimiques

Profils de sources:

- Combustion de la biomasse: bois dur (Fine et al 200)
- Emissions véhiculaires directes: véhicules légers (El Haddad et al 2009)
- Détritus des végétaux sans combustion (Rogge et al, 1993a)
- Combustion au gaz naturel (Rogge et al 1993b)

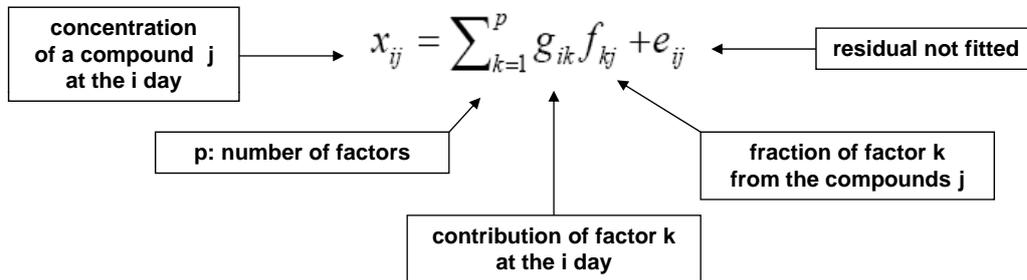
Composés:

- EC
- Alcanes (C27 à C31)
- 3 HAPs (Benzo[e]pyrene, Indeno[1,2,3-cd]pyrene, Benzo[ghi]perylene)
- 3 hopanes
- Levoglucosan



Méthodologie d'études des sources: **Le PMF (Positive Matrix Factorization)**

Méthode d'analyse en composantes principales



Avantages:

- Applicables sur beaucoup de données (métaux, instruments on line)
- Applicable sur des données chimiques, physiques et météorologiques

Limites:

- Nombre de facteurs limitant
- Difficulté à attribuer les facteurs aux sources



Contexte

Objectifs

Stratégie

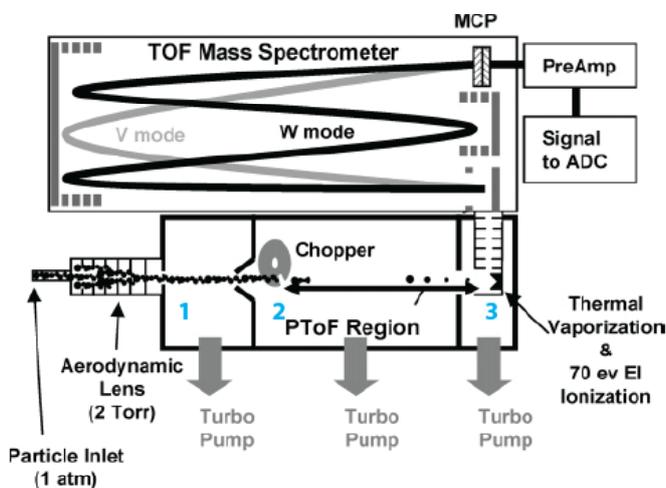
Méthodologie

Résultats

Projets

HR-ToF-AMS: Spectromètre de masse haute résolution à temps de vol

Principe:



1. Focaliser les particules (lentilles aérodynamiques)
2. Distribution granulométrique de l'aérosol (30nm-1µm) (temps de vol)
3. Analyse de la composition chimique de l'aérosol (bombardement électronique)



Contexte

Objectifs

Stratégie

Méthodologie

Résultats

Projets

Mesures embarquées VERONESE-MOCOPO

IFSTTAR - LTE

M. Goriaux – D. Prédélus

8/12/2011



IFSTTAR

VERONESE

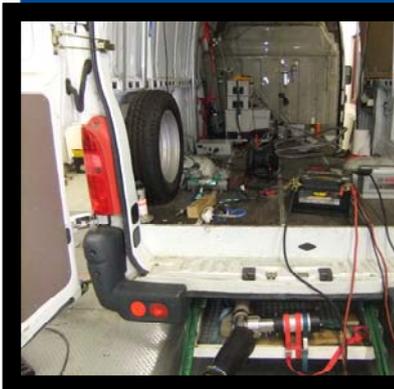
Financement supplémentaire de l'IFSTTAR pour
l'utilisation du PEMS et de l'ETAPS dans
MOCOPO :

- Achat d'un système de dilution permettant de tester
l'ETAPS – livré fin septembre 2011
- Essai sur banc à rouleau
- Mesures pendant MOCOPO



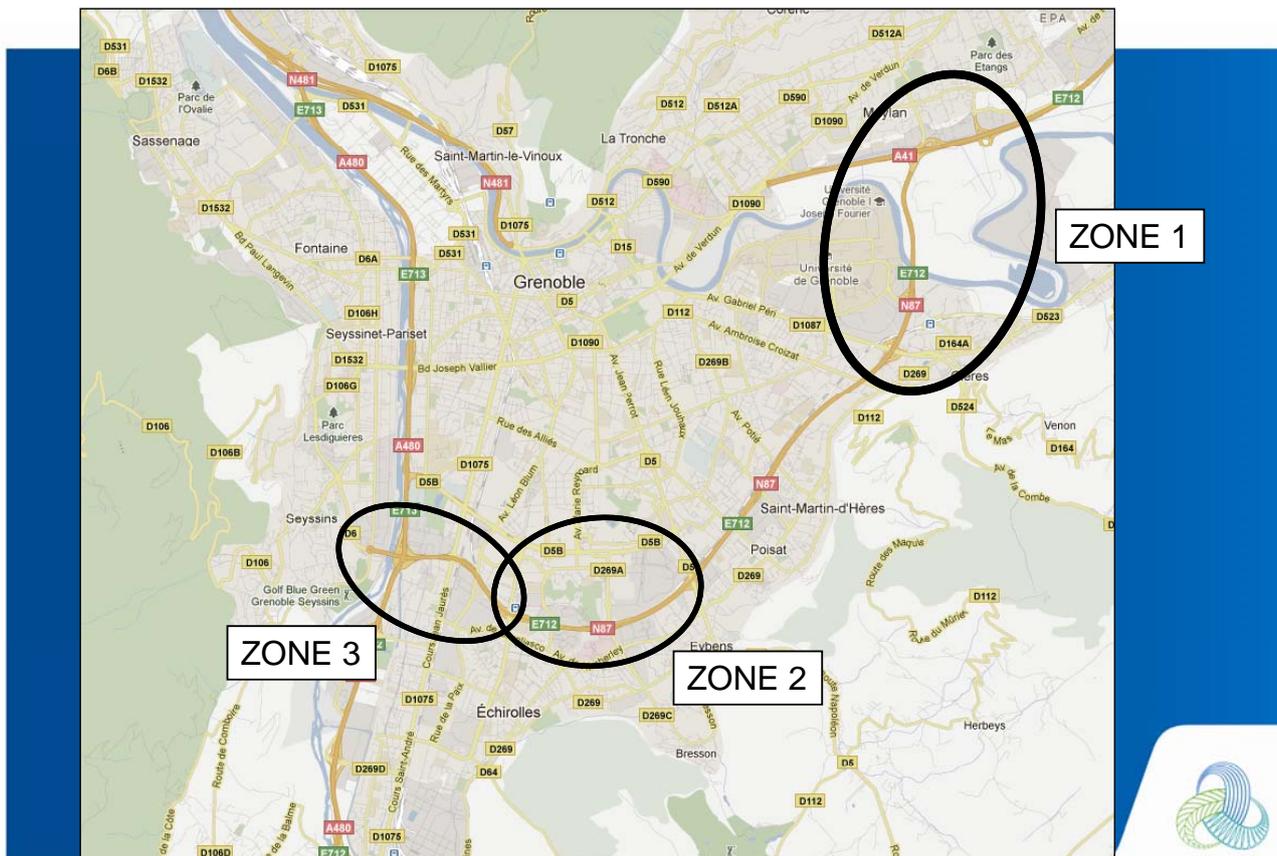
Instrumentations

- PEMS : mesure du CO, CO₂, NO_x et THC
- ~~ETAPS : mesure des particules~~
- GPS submétrique pour le positionnement des images hélicoptère



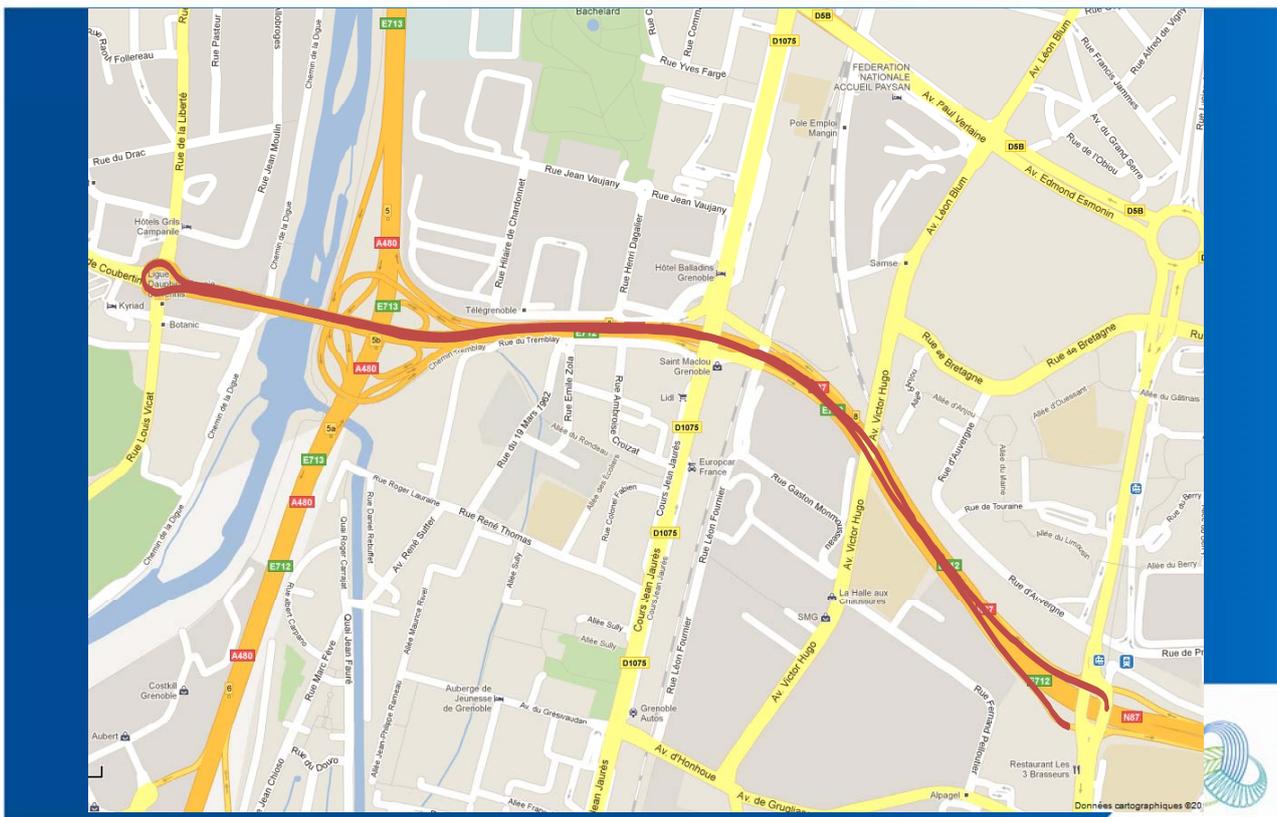
3

Parcours :



4

Zone 3 :



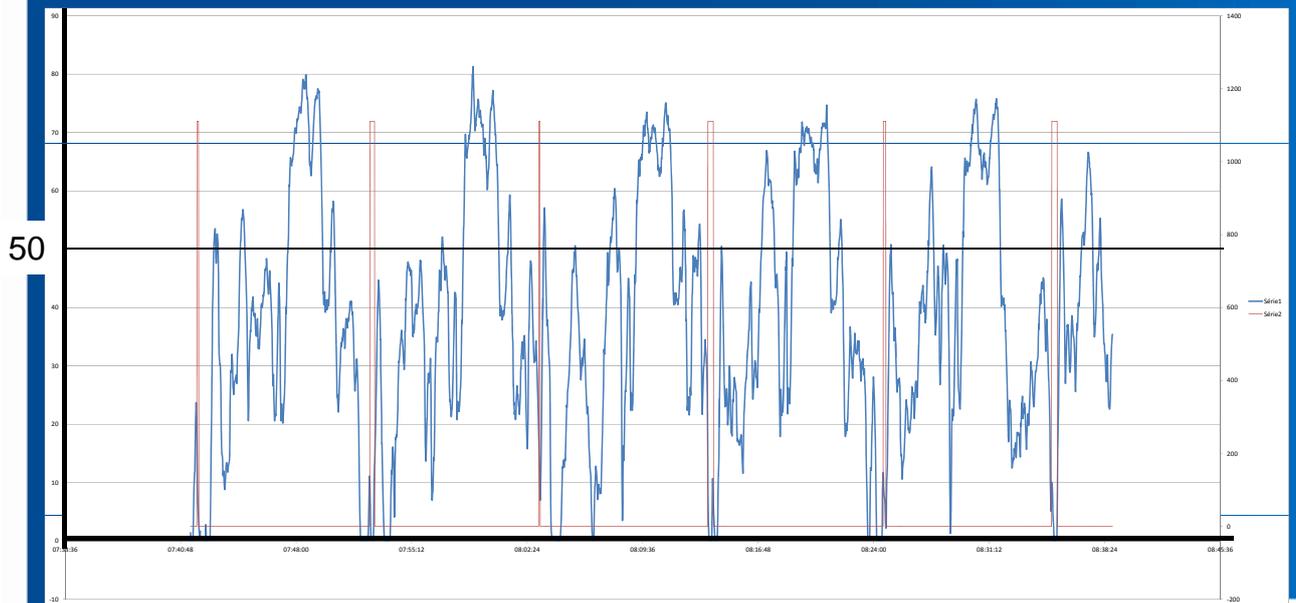
Intervenant – Manifestation - date

Nombre de parcours

Jour	Zone 1	Zone 2			Zone 3
		2A	2B	2C	
13 septembre	1	7	6		4
14 septembre	5	3	3		8
15 septembre	5	1	1		8
16 septembre	5	2	1	4	-
TOTAL	16	13	11	4	20



Profil de vitesse



Parcours zone 1 – 14 septembre



9

- Achat d'une nouvelle pompe pour l'ETAPS
- Essai sur le banc à rouleau en 2012 (planning du banc très chargé)
- Analyseur de CO à vérifier



Software License agreement

This Software license Agreement, (The Agreement) is made:

Between

IFSTAR, "French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks", Cité Descartes, Boulevard Newton, 77420 Champs sur Marne, France, represented by Ms Helene Jacquot Guimbal, acting on behalf of the” **Laboratoire d’ingénierie Circulation transport**” managed by Mr Nour-Eddin El Faouzi

Hereafter referred to as “IFSTAR” or the “Licensee”

And

Department of Transport & Planning, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology P.O. Box 5048, 2600 GA Delft, The Netherlands, represented by Serge Hoogendoorn,

Hereafter referred to as “TU Delft” or the “Licensor”

Being referred to hereafter as a “Party”, and collectively as “Parties”.

Recitals

Whereas, Licensor has developed certain computer programs and related documentation more particularly described in Schedule A attached hereto (The “Products”) and desires to grant licensee a license to use the software.

Whereas, Licensee wishes to use the software under the conditions set forth in this Agreement.

Now, therefore, in consideration of the mutual promises set forth herein, Licensee and Licensor hereby agree as follows:

Article 1: definitions

The following definitions shall apply to this agreement:

- “Software”: means the computer Programs and documentation listed in Schedule A attached to this Agreement.
- “Use” means
 - 1) executing or loading the software into computer RAM or other primary memory;
 - 2) copying the Software for archival or emergency restart purposes;
 - 3) reading and modifying the source code.
- Territory means “France” and “Netherlands”

Article 2: software license

Licensor hereby grants IFSTAR a non-exclusive license to install and use the software and Documentation, subject to the terms and conditions hereinafter set forth. This license is effective when executed by both Parties and will last for a term of two (2) years.

The Agreement shall become effective as from the date of its signature by the Parties.

Article 3: license fee

The Software is licensed to IFSTTAR free of charge.

Article 4: licensee's rights and obligations

Licensee may either:

- A. Make one copy of the software for backup or archival purposes, or
- B. Transfer the Software to a single hard disk, provided Licensee keep the original solely for backup or archival purposes

The Software and Documentation are protected by French copyright and law and international treaties. Licensee must treat the Software and Documentation like any other copyright material. Licensee may not:

- Copy the software except to make archival or backup copies or merge in another program
- Place the software onto a server so that it is accessible via a public network such as the Internet
- Sublicense, rent, lease or lend any portion of the Software or the Documentation.

Article 5: representations and warranties

Licensor warrants that for a period of 30 days after delivery of the Software to Licensee:

- A. The physical media on which this copy of the Software is distributed will be free from defects in materials and workmanship under normal use;
- B. The Software will perform in substantial accordance with the Documentation.

Licensor hereby represents and warrants to Licensee that:

- Licensor is the owner of all right, title and interest, including copyright, in all the licensed materials, or has the authority to enter this agreement on behalf of the Licensee
- Licensor has not granted any rights or licenses to the licensed materials that would conflict with licensor's obligations under this agreement.
- Licensor is fully aware of Licensee's requirements and intended uses for the software and the software shall satisfy such requirements and is for such intended uses.
- Licensor will not enter into any agreement with any third party which would affect Licensee's rights under this agreement, or bind licensee to any third Party, without Licensee's prior written consent.
- Licensee's use to the licensed Software as authorized by this Agreement will not infringe any existing copyright, trade secret, and patent or trademark rights of any third Party.

Article 6: title to software

Licensor retains title and ownership of the Software and all enhancements, modifications and updates of the Software.

Article 7: software - documentation – source code

The Software shall consist of the modules and components shall perform the functions and shall comply with the proposals and specifications, identified or set forth on Schedule A. Each Software module or component, specification and proposal included or referred to in schedule A is expressly incorporated by reference herein.

The Documentation shall consist of all operator and user manuals, training material, guide, listings, specifications, and other materials for use in conjunction with the Software, as set forth in Schedule B. Licensor shall deliver to Licensee, a copy of the complete Documentation. Licensee shall have the right, as part of the Licence, granted herein, to make as many additional copies of the Documentation for its own use as he may determine.

The Software shall include its Source code form (the “Source code”), and relevant explanations and documentation of the Source code. Licensor is required to deliver to Licensee a copy of the complete Source code contained on machine-readable media and a complete listing of the Source code and commentary.

Article 8: delivery

Within 7 days of the execution of this agreement by Licensor, Licensor shall deliver to Licensee, the required number of copies of The Software together with the required number of copies of the Documentation.

Article 9: new location

Licensee may, at any time, without prior notice to or consent of Licensor, transfer the Software to any location other than the site of initial installation for use on any other central processing unit (“CPU”) which is owned or controlled by Licensee or by subsidiaries or other entities owned or controlled by Licensee.

Article 10: software maintenance

Licensor shall promptly notify Licensee of any defects or malfunctions in the Software or Documentation of which it learns from any source. Licensor shall promptly correct any defects or malfunctions in the Software or the Documentation discovered during this agreement and provide Licensee with corrected copies of same, without additional charge. Licensor’s obligation hereunder shall not affect any other liability which it may have to Licensee.

Licensor shall provide to Licensee, without any additional charges, copies of the Software system and Documentation revised to reflect any enhancements to the Software system made by Licensor during this agreement. Such enhancements shall include all modifications to the Software system which increase the speed, efficiency or ease of operation of the Software system, or add additional capabilities to or otherwise improve the functions of the Software system.

Article 11: licensee’s modification

Licensee shall have the right, in its own discretion, to independently modify the Software for its own purposes and use, through the services of its own employees or of independent contractors, provided that same agree not to disclose or distribute any part of the Software system to any other person or entity or otherwise violate Licensor’s proprietary rights herein.

Licensee shall transmit (at least once a year and free of charge) to the Licensor any such modifications with the description of the motivations. The Licensor commits oneself to communicating to the Licensee the usage made of those modifications and, if they are used, to quoting IFSTTAR when using those modifications.

Article 12: confidentiality

For the purpose of this Agreement, the term 'Confidential Information' shall mean any technical, commercial or any other kind of information originally disclosed by one ('a Disclosing Party') to the other Party ('a Receiving Party') under this Agreement, whether in writing, orally, visually, in the form of sample, models or otherwise, provided that such information, if written, is clearly and conspicuously marked as being proprietary or confidential and that if oral, visual or in other non-written form is clearly designated as Confidential Information at the time of disclosure.

Confidential Information shall also include any information which can be obtained by examination, testing or analysis of any hardware or any component part thereof provided by a Disclosing Party notwithstanding the fact that the requirements for marking and designation referred to above shall not have been fulfilled.

Each party agrees that it shall not disclose to any third party any information concerning, methods, processes or procedures or any confidential, financial or business information of the other party which it learns during the course of its performance of this Agreement, without the prior written consent of such other party.

A Receiving Party shall:

- hold a Disclosing Party's Confidential Information confidential to itself, and
- restrict access thereto to such of its employees, agents who need to know it for the discussions contemplated in the Purpose and who are bound by confidentiality terms substantially similar to those in this Agreement, and
- not use Confidential Information other than for the realization of the Purpose without the prior written consent of a Disclosing Party, and
- not disclose Confidential Information to any third party without the prior written consent of a Disclosing Party.
- use the same degree of care as for its own information of like importance, but at least use reasonable care, in safeguarding against disclosure of Confidential Information;

This obligation of confidentiality shall survive the cancellation or other termination of this agreement for a period of five (5) years.

Article 13: publication

TU Delft acknowledges that Licensee's policies may require the publication, public presentation or dissemination (via web site for example) of results generated by or with the Software. Subject to the terms and conditions set out in Article 12, Licensee may disclose specific results for the following purposes: (1) for presentations at conferences, symposia, seminars, colloquia and any other external academic meetings, or (2) for publication in scientific, academic or professional journals or other publications, or by way of thesis or dissertations, or (3) for delivering its results obtained with the use of the Software on the Licensee's own data through a web site.

Notice of any publication, or-presentation or dissemination using the results of the Software has to be made within 45 days after the submission of the publication. Each time it is used, Licensee commits oneself to mentioning that the results were obtained through the use of the Licensor's source code.

Article 14: licensor's proprietary notices

Licensor agrees that any copies of the Software or the Documentation which it makes pursuant to this Agreement shall bear all copyright, trademark and other proprietary notices included therein by Licensor and, except as expressly authorized herein, Licensee shall not distribute same to any third party without Licensor's prior written consent. Notwithstanding the preceding sentence, Licensee may add its own copyright or other proprietary notice of any copy of the Software or documentation which contains modifications to which Licensee has ownership rights pursuant this Agreement.

Article 15: termination

Any Party may terminate the Agreement, by registered letter with acknowledgment of receipt, at any time and automatically, in consideration of a sixty (60) days notice. The termination of the Agreement shall not relieve the Parties from their duty to respect the clauses of the Agreement concerning Confidential Information received before the termination.

Either party may terminate this Agreement by giving notice to the other party if the other party is in breach of any provision of this Agreement and (if it is capable of remedy) the breach has not been remedied within 30 days after receipt of written notice specifying the breach and requiring its remedy.

Within [5] days after the termination or expiry of this Agreement the Licensee will, at its expense, return the Software and the Documentation in good working order to the Licensor at the address the Licensor notifies to the Licensee for that purpose.

Clauses 13, 14 and 24 will survive the expiry of the Term or the termination of this Agreement for any reason.

Article 16: headings

The headings in this Agreement are for ease of reference only; they do not affect its construction or interpretation.

Article 17: assignment

Neither party may assign or transfer this Agreement as a whole, or any of its rights or obligations under it, without first obtaining the written consent of the other party. That consent may not be unreasonably withheld or delayed.

Article 18: illegal /unenforceable provisions

If the whole or any part of any provision of this Agreement is void or unenforceable in any jurisdiction, the other provisions of this Agreement, and the rest of the void or unenforceable provision, will continue in force in that jurisdiction, and the validity and enforceability of that provision in any other jurisdiction will not be affected.

Article 19: waiver of rights

If a party fails to enforce, or delays in enforcing, an obligation of the other party, or fails to exercise, or delays in exercising, a right under this Agreement, that failure or delay will not affect its right to enforce that obligation or constitute a waiver of that right. Any waiver of any provision of this Agreement will not, unless expressly stated to the contrary, constitute a waiver of that provision on a future occasion.

Article 20: no agency

Nothing in this Agreement creates, implies or evidences any partnership or joint venture between the parties, or the relationship between them of principal and agent. Neither party has any authority to make any representation or commitment, or to incur any liability, on behalf of the other.

Article 21: entire agreement

This Agreement constitutes the entire agreement between the parties relating to its subject matter. Each party acknowledges that it has not entered into this Agreement on the basis of any warranty, representation, statement, agreement or undertaking except those expressly set out in this Agreement. Each party waives any claim for breach of this Agreement, or any right to rescind this Agreement in respect of any representation which is not an express provision of this Agreement. However, this clause does not exclude any liability which either party may have to the other (or any right which either party may have to rescind this Agreement) in respect of any fraudulent misrepresentation or fraudulent concealment prior to the execution of this Agreement.

Article 22: amendments

No variation or amendment of this Agreement will be effective unless it is made in writing and signed by each party's representative.

Article 23: third parties

No one except a party to this Agreement has any right to prevent the amendment of this Agreement or its termination, and no one except a party to this Agreement may enforce any benefit conferred by this Agreement, unless this Agreement expressly provides otherwise.

Article 24: governing law

This Agreement and the rights and obligations of the Parties shall be governed by and construed in all respects in accordance with the French law, and the Parties hereby irrevocably agree to submit to the jurisdiction of the French courts any dispute that shall arise related to the existence, the implementation, the interpretation or the termination of the Agreement.

Article 25: contacts

The points of contact for this agreement shall be:

For IFSTTAR:

Ms Christine Buisson

For TU Delft

Mr Serge Hoogendoorn

IN WITNESS WHEREOF the Parties hereto have caused this Agreement to be signed in two (2) originals by their respective duly authorised representatives.

SIGNED for and on behalf of **IFSTTAR**

SIGNED for and on behalf of **TU Delft**

Name

Name

Position

Position

Signature

Signature

MOCOPO

Measuring and mOdelling
traffic COngestion and POLLution





Programme PREDIT- Groupe Opérationnel 2 - Gestion du trafic

Contrat n° 2010 MT CVS 121

Financement : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement

Rapport d'avancement du projet Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution pour l'année 2012

29 mai 2013

Equipe MOCOPO

Coordination : Christine Buisson
IFSTAR

MOCOPO *Measuring and mOdelling
traffic COngestion and POLLution*



Résumé

<i>Nom du projet</i>	MOCOPo (Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution).
<i>Début du projet</i>	1er janvier 2011
<i>Durée du projet</i>	36 mois

Contenu du rapport

Le projet MOCOPo vise à améliorer la modélisation de la congestion et des nuisances associées sur les autoroutes urbaines. Il permettra ainsi de mieux comprendre et évaluer l'efficacité des dispositifs de régulation du trafic.

Ce projet passe d'une part par des tâches de mesure, d'autre part par des tâches de modélisation, qui seront réalisées dans un second temps. Le site expérimental choisi est la rocade sud de Grenoble (RN87). Le présent rapport présente :

- Le compte rendu de la réunion d'avancement du 7 février 2013 à laquelle ont participé tous les partenaires du projet, chacun présentant l'avancement de sa tâche ;
- La présentation qui a été réalisée en mai 2013 pour le « livre des projets du PREDIT » qui synthétise en 4 pages les principales avancées ;
- L'ensemble des présentations réalisées lors de la réunion du 7 février ;

Compte rendu de la réunion MOCOPO du jeudi 7 février 2013 de 9h45 à 17h ou 17h30

Lieu : salle D117 ENTPE rue Maurice Audin, Vaulx en Velin

Présents :

- David Guilbert LRPC Angers, CETE de l'Ouest
- Iker Belicot, Carlos Canudas de Wit, Fabio Morbidi, NeCS, INRIA, Univ. J Fourier, CNRS
- Florence Troude, Cécile Trébuchon, Cindy Pellet, Hervé Chanut, Air Rhône Alpes
- Lucie Polo, LGGE,
- Massoud Falah, CEREAS,
- Arantxa Julien, Mission Transports, DRI,
- Dimitri Daucher (LEPSIS), François Derx (LISIS), Michel André, Anaïs Pasquier, Antoine Montenon (LTE), Delphine Lejri, Florian Marczak, Christine Buisson (LICIT) IFSTTAR

La réunion s'est déroulée autour de l'ordre du jour suivant, qui a permis de vérifier l'avancement des différentes tâches successivement. Les transparents sont joints en annexe. Les points importants ou qui ont fait l'objet de discussions sont signalés en italique après chaque point.

Tâche 0 : Première partie : valorisation des résultats : bilan du site web et mise à jour de la liste des publications réalisées

6 publications, une bonne visibilité du site.

Tâches de mesure :

Tâche 1 : Collecte de données de trajectoires

- Trajectoires : qualité actuelle, organisation de l'amélioration, qualification de la précision des données trajectoires par confrontation avec les traces GPS ChB

Tâche 2 : Collecte de données de pollution

- Identification de la composition du parc Anaïs Pasquier

Un travail est nécessaire sur l'apurement des plaques recueillies, certaines n'étant pas crédibles. Il faut parvenir à une détermination de la part des plaques qui peut être considérée comme valide parmi celles qui ont été recueillies.

- Recueils de pollution (pour mémoire) Herve Chanut

Pas d'avancées particulières sur ce point, donc pas de présentation associée. La présentation avait été faite lors de la précédente réunion, s'y reporter.

- Avancées du travail sur les données de chimie de MOCOPO Lucie Polo

Lucie a présenté ses analyses, qui feront l'objet de son doctorat qui sera soutenu en 2013.

Tâche 3 : Construction d'un fichier de données individuelles et collectives de trafic

- Identification des véhicules circulant par magnétomètres D. Guilbert

Le travail a pris encore du retard sur une partie de la zone à étudier (entre Alpexpo et Le Rondeau), mais le travail a été fait au Rondeau, sur une situation fluide avec peu de variation des temps de parcours ; d'autres recueils sur cette zone, ainsi que sur le tronçon amont (depuis Alpexpo) seront réalisés fin mai.

Tâches de modélisation :

Tâche 4 : Construction de Mat OD et de temps de parcours dynamiques

- Data collection and processing for dynamic travel time forecasting Fabio Morbidi

Tâche 5 : Modélisation des changements de voies en particulier au voisinage des insertions et dans les zones d'échange

- Premiers résultats d'analyse des trajectoires et de modélisation dans les zones de convergent et d'entre croisement Florian Marczak

Le travail a fait l'objet d'une publication de rang A sur la zone 1 (zone d'insertion) et est bien avancé sur la zone 3 zone d'entrecroisement.

Tâche 6 : Modélisation statistique des comportements de conduite en file

- Fonctionnement d'insertion dans la zone 2 Modélisation des pelotons Dimitri Daucher

L'objectif de cette étude est redéfini compte tenu des contraintes de qualité des données, et une analyse de l'insertion a été conduite avec une modélisation statistique qui fera l'objet de publication en conférence.

Tâche 7 : Modélisation des émissions et de la pollution

- Passage des données brutes de Grenoble à des données utilisables pour les modèles d'émissions et Influence du pas de temps utilisé dans le calcul des émissions Antoine Montenon
- Impact de la présence d'une voie ferrée à proximité du site Anaïs Pasquier
- Calcul des émissions de la rocade sud avec deux pas temporels et deux définitions du parc circulant Hervé Chanut

Tâche 0 : Seconde partie : suivi des délais et des livrables : organisation du travail sur 2013 :

- Rappel sur les dates de livraison des livrables
- Organisation du travail en commun
 - Tâche 4 : INRIA LRPC Angers, LICIT
 - Tâche 7 : LTE, CEREAs, Ascoparg, LICIT

Il est prévu de se voir en septembre pour chacune de ces tâches afin de mettre en commun le travail et de définir la structure du rapport. Pour la tâche 7 il y aura deux rapports, un sur l'analyse des données de pollution (coordonné par Ascoparg, H. Chanut) l'autre sur les cartographies d'émission, coordonné par Le LTE (M. André).

- Organisation du travail de rédaction du rapport de synthèse Tous

Une réunion de brain storming aura lieu sur ce sujet à peu près en octobre. La rédaction de ce rapport (impact des dispositifs de régulations sur les différentes nuisances : congestion et pollution principalement) sera faite par Le LICIT.

Inteme IFSTTAR : Point Budget

Il est convenu que les fonds disponibles pour le CDD prévu pour le LEPSIS sur la tâche 6 est transféré en partie sur une réembauche de la personne ayant déjà contribué à la tâche 1 de manière à améliorer les traitements des trajectoires et fiabiliser la phase 3 de poursuite des véhicules d'image en image.



Mesure et modélisation de la congestion et de la pollution

Contact : Christine Buisson
IFSTTAR (LICIT)
04 72 04 77 13
christine.buisson@ifsttar.fr

Partenaires :

Air Rhône Alpes : Association Rhônalpine de mesure de la qualité de l'air
CEREA : Unité mixte de l'ENPC – Paris Tech, du CEA et de EDF
IFSTTAR : LICIT Lab. Ingénierie Circulation Transports (mixte avec l'ENTPE)
LTE Lab. Transport Environnement
LEPSIS Lab. Exploitation, Perception, Simulateurs et Simulations
LISIS Lab. Instrumentation, Simulation et Inform. Scientifique
Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie :
CERTU
CETE de Lyon
CETE de l'Ouest (Lab. Régional des Ponts et Chaussées d'Angers)
Direction Interdépartementale des Routes du Centre-Est
NeCS : Unité mixte INRIA/ CNRS/ Université J. Fourier

Chapeau

Le projet MOCOPO vise à améliorer la modélisation de la congestion et des nuisances associées sur les autoroutes urbaines. Il permet ainsi de mieux comprendre et évaluer l'efficacité des dispositifs de régulation du trafic.

Problématique

Les autoroutes urbaines sont un lieu très utilisé des réseaux urbains, très souvent siège de congestions récurrentes. Ces congestions induisent à la fois des pertes de temps et des consommations inutiles d'énergies non renouvelables, des pollutions (GES, particules, NOx), des impacts sur la sécurité routière.

Le site de la rocade intérieure sud de Grenoble est particulièrement fréquemment le lieu de congestions. Nous avons choisi de l'équiper de dispositifs innovants et complémentaires de mesures, ce qui nous permet de développer et valider des modèles prédisant la congestion et la pollution ainsi que la sécurité routière. L'équipe constituée autour de ce projet réuni au total une dizaine de partenaires.

Déroulement de l'étude

Nous avons pris trois directions :

- D'abord nous avons mesuré de manière très précise le trafic et la pollution, testé de nouveaux capteurs au sol : les magnétomètres et réalisé une description technique fine du parc en circulation par le relevé de leur immatriculation et ainsi l'accès à leurs caractéristiques ;
- Puis nous avons mis ces mesures à la disposition de la communauté scientifique mondiale par le biais de notre site web : mococo.ifsttar.fr ;
- Nous nous consacrons maintenant à la modélisation en utilisant ces données soit pour combler des vides actuels de l'état de l'art soit pour valider les modèles de congestion, de pollution, de sécurité routière.

Les modèles de l'écoulement du trafic autoroutier connaissent des lacunes sur la prédiction de l'apparition de la congestion en particulier au voisinage des discontinuités du réseau routier : les convergents et les sections d'entrecroisement. Nous avons donc réalisé au total 12 heures de survol de ce type de zones avec un hélicoptère stabilisé et équipé d'une caméra haute définition. Ces images ont été ensuite traitées pour identifier les trajectoires et permettre ainsi une meilleure compréhension des phénomènes de changements de voie et d'accélération/décélération.

Les nuisances en termes de pollution liées à la congestion sont pour l'instant prises en compte par les modèles d'émission au travers de vitesses moyennes horaires. Nous traitons la question de savoir si des fréquences d'agrégation plus faibles sur les données de trafic permettent de modéliser mieux les émissions et ainsi la pollution. Nous avons mesuré la pollution au voisinage de l'autoroute en trois points de niveau de congestion très différents avec une période d'agrégation de $\frac{1}{4}$ d'heure. Nous avons également supprimé une cause classique d'imprécision des modèles de prédiction des émissions : la connaissance du parc circulant.

La sécurité routière dans les files denses de véhicules successifs ou s'insérant depuis une rampe sur autoroute est mieux modélisée. Nous contribuons donc à bâtir un modèle permettant d'identifier les déviations par rapport à des conditions de sécurité, grâce aux données extrêmement fines recueillies pour mesurer la congestion.

Résultats

Les résultats concernent principalement l'analyse des mesures, et permettent des premières confrontations avec les résultats des modèles.

Les données recueillies depuis l'hélicoptère nous ont permis de reconstituer les trajectoires des véhicules, ainsi que l'illustre la figure 1. A partir de cette

connaissance, nous avons pu déterminer par exemple que 80 % des changements de voie depuis la bretelle (E3 sur la figure 1) se font dans les 50 premiers mètres de la section d'entrecroisement lorsque la vitesse est inférieure à 36 km/h. Nous avons également montré que les modèles actuels de changement de voie aux convergents ne peuvent correctement prédire le comportement observé.

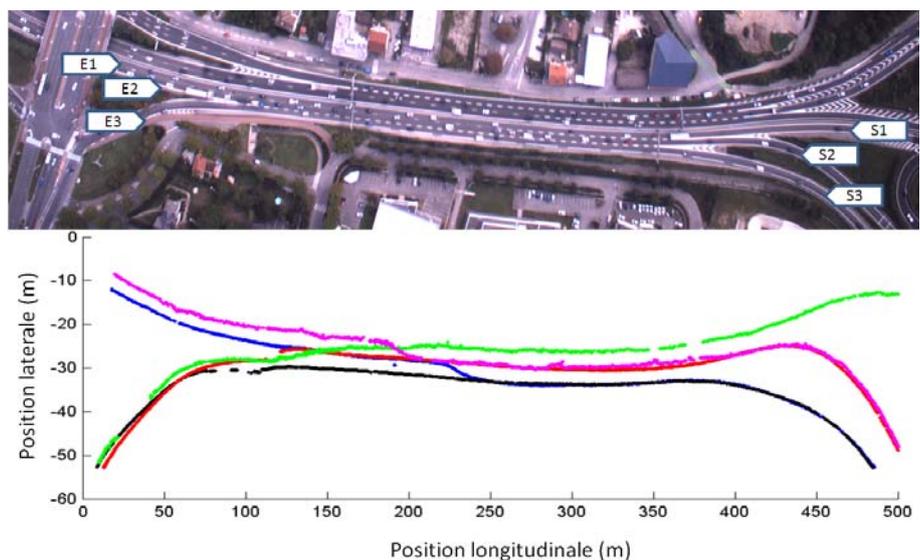


Figure 1 : en haut : zone d'entrecroisement (RN87/A480) observée depuis l'hélicoptère. En bas, illustration de quelques trajectoires observées : le véhicule présenté en rose, par exemple, pénètre dans la zone par E1 et sort par S2 après avoir réalisé un changement de voie, alors que le véhicule représenté en vert entre en E3 et sort en S1 (2 changements de voie)

Une autre partie de l'analyse concerne la pollution en lien avec le trafic. Par exemple à Echirolles en l'absence de congestion (cas des week end où la vitesse est élevée), on observe une très bonne corrélation entre nombre de véhicules circulant, émissions et donc concentrations mesurées (figure 2). Les basses vitesses associées à la congestion du matin sont fortement corrélées aux concentrations élevées mesurées sur nos capteurs (en particulier NO₂ et NO_x) : les polluants émis par des véhicules à basse vitesse étant soumis à une moindre turbulence en sortie du pot d'échappement, ils sont donc plus facilement détectés par les appareils de mesure. Cette observation est vraie le matin, lorsque les conditions météorologiques sont stables, mais ne se retrouve pas le soir où la dispersion atmosphérique est généralement meilleure que le matin, d'où une dispersion plus rapide des polluants émis (vers le haut notamment). Les

niveaux de NO₂ émis prévus sont donc très différents des niveaux de NO₂ observés.

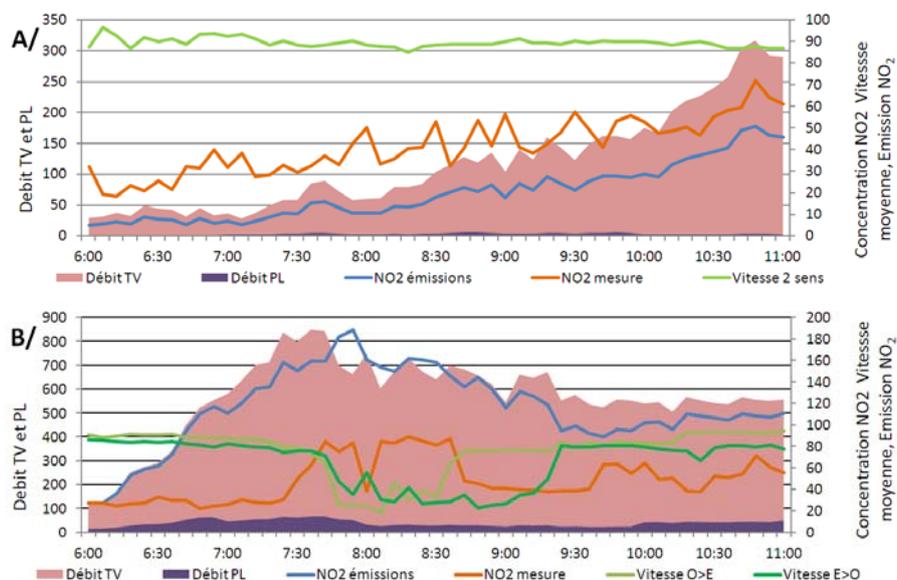


Figure 2 : évolution du débit tous véhicules et poids lourds, de la vitesse des véhicules et des mesures de NO₂ ainsi que des niveaux de NO₂ émis prévus par le modèle SIRANE (en g/6min/km, sans prise en compte de la dispersion). Sur la figure A, le trafic est fluide (dimanche 23 Janvier 2011) sur la figure B, jeudi 15 septembre 2011 la congestion est observée à la fois dans le sens intérieur et dans le sens extérieur.

Perspectives

2013 est l'année de clôture du projet. Nous allons donc conclure le travail sur les magnétomètres, pour évaluer leur capacité à mesurer des temps de parcours et des matrices origine destination sur le réseau ouvert d'une autoroute urbaine. Nous allons également poursuivre les comparaisons modèles/ mesures ainsi que développer de nouveaux modèles. Nous analyserons en particulier la variabilité des émissions de polluants et de la qualité de l'air en proximité du trafic en lien avec la composition du parc automobile. Les données expérimentales contribueront également à l'amélioration des modèles de dispersion et de dépôt des polluants. Ce travail s'achèvera par la synthèse de l'ensemble des résultats produits dans des recommandations multicritère (pollution, congestion, sécurité) pour la gestion dynamique des autoroutes périurbaines.

Références :

- *"Graph Constrained-CTM Observer Design for the Grenoble South Ring"*, C. Canudas de Wit, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, in *Proc. 13rd IFAC Symp. on Control in Transportation Systems*, vol. 13, n. 1, pp. 197-202, 2012
- *"Adaptive Kalman Filtering for Multi-Step ahead Traffic Flow Prediction"*, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, C. Canudas de Wit, in *Proc. American Control Conf.*, 2013, to appear
- *"Online Dynamic Travel Time Prediction using Speed and Flow Measurements"*, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, C. Canudas de Wit, *subm. to the European Control Conf.*, 2013
- Marczak, F., Daamen, W., Buisson, C., *Key variables of merging behaviour: empirical comparison between two sites and assessment of gap acceptance theory*, 20th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT 2013), 17-19 July 2013, NL.
- Marczak, F., Buisson, C., *New Filtering Method for Trajectory Measurement Errors and Its Comparison with Existing Methods*, *Transportation Research Record*, 2012 (in press).
- J. Mint-Moustapha, D. Daucher, B. Jourdain *Estimation of the probability of merging at an entrance ramp of a suburban freeway*, ICOSAR June 2013

Réunion d'avancement du 7 Février 2013

Transparents préparés par :
Christine Buisson, Florian Marczak

Ordre du jour (10h 17h)

09h45	Accueil café	
	Tour de table	Tous
10h15	Tâche 0 : partie valorisation des résultats : bilan du site web et mise à jour de la liste des publications réalisées	CHB
Tâches de mesure :		
10h30	Tâche 1 : Collecte de données de trajectoires	
	<ul style="list-style-type: none"> Trajectoires : qualité actuelle, organisation de l'amélioration Qualification de la précision des données trajectoires par confrontation avec les traces GPS 	CHB
11h00	Tâche 2 : Collecte de données de pollution	
	<ul style="list-style-type: none"> Identification de la composition du parc Recueils de pollution (pour mémoire) Avancées du travail sur les données de chimie de MOCOPO 	Anais Pasquier Herve Chanut Lucie Polo
12h00	Tâche 3 : Construction d'un fichier de données individuelles et collectives de trafic	
	<ul style="list-style-type: none"> Identification des véhicules circulant par magnétomètres Point sur les données de trafic disponibles 	D. Guilbert / C. Le Bastard Christophe Huber
Tâches de modélisation :		
12h30	Tâche 4 : Construction de Mat OD et de temps de parcours dynamiques	
	<ul style="list-style-type: none"> Data collection and processing for dynamic travel time forecasting 	Fabio Morbidì
13h	Repas	
13h45	Tâche 5 : Modélisation des changements de voies en particulier au voisinage des insertions et dans les zones d'échange	
	<ul style="list-style-type: none"> Premiers résultats d'analyse des trajectoires et de modélisation dans les zones de convergent et d'entre croisement 	Florian Marczak
14h00	Tâche 6 : Mod. statistique des comportements de conduite en file	
	<ul style="list-style-type: none"> Fonctionnement d'insertion dans la zone 2 Modélisation des pelotons 	Dimitri Daucher
14h30	Tâche 7 : Modélisation des émissions et de la pollution	
	<ul style="list-style-type: none"> Passage des données brutes de Grenoble à des données utilisables pour les modèles d'émissions Impact de la présence d'une voie ferrée à proximité du site Influence du pas de temps utilisé dans le calcul des émissions Calcul des émissions de la rocade sud avec deux pas temporels et deux définitions du parc circulan Modélisation de la pollution atmosphérique en proximité des routes 	Antoine Montanon Anais Pasquier Herve Chanut Masoud Fallah
15h45	Pause café	
16h00	Tâche 0 : partie suivi des délais et des livrables : organisation du travail sur 2013 :	Tous
	<ul style="list-style-type: none"> Rappel sur les dates de livraison des livrables Organisation du travail en commun <ul style="list-style-type: none"> Tâche 4 : INRIA LRPC Angers, LICIT Tâche 7 : LTE, CEREA, Ascoporg, LICIT Organisation du travail de rédaction du rapport de synthèse 	
17h00	Interne IFSTAR : Point Budget	F. Derix, D. Daucher, M. André, Ch. B...
17h30	Clôture de la réunion	

Ordre du jour (10h 13h)

10h	Tour de table	Tous
10h15	Tâche 0 : partie valorisation des résultats : bilan du site web et mise à jour de la liste des publications réalisées	ChB
Tâches de mesure :		
10h30	Tâche 1 : Collecte de données de trajectoires <ul style="list-style-type: none">Trajectoires : qualité actuelle, organisation de l'améliorationQualification de la précision des données trajectoires par confrontation avec les traces GPS	ChB
11h00	Tâche 2 : Collecte de données de pollution <ul style="list-style-type: none">Identification de la composition du parcRecueils de pollution (pour mémoire)Avancées du travail sur les données de chimie de MOCOpo	Anaïs Pasquier Herve Chanut Lucie Polo
12h00	Tâche 3 : Construction d'un fichier de données individuelles et collectives de trafic <ul style="list-style-type: none">Identification des véhicules circulant par magnétomètresPoint sur les données de trafic disponibles	David Guilbert Christophe Huber
Tâches de modélisation :		
12h30	Tâche 4 : Construction de Mat OD et de temps de parcours dynamiques <ul style="list-style-type: none">Data collection and processing for dynamic travel time forecasting	Fabio Morbidi

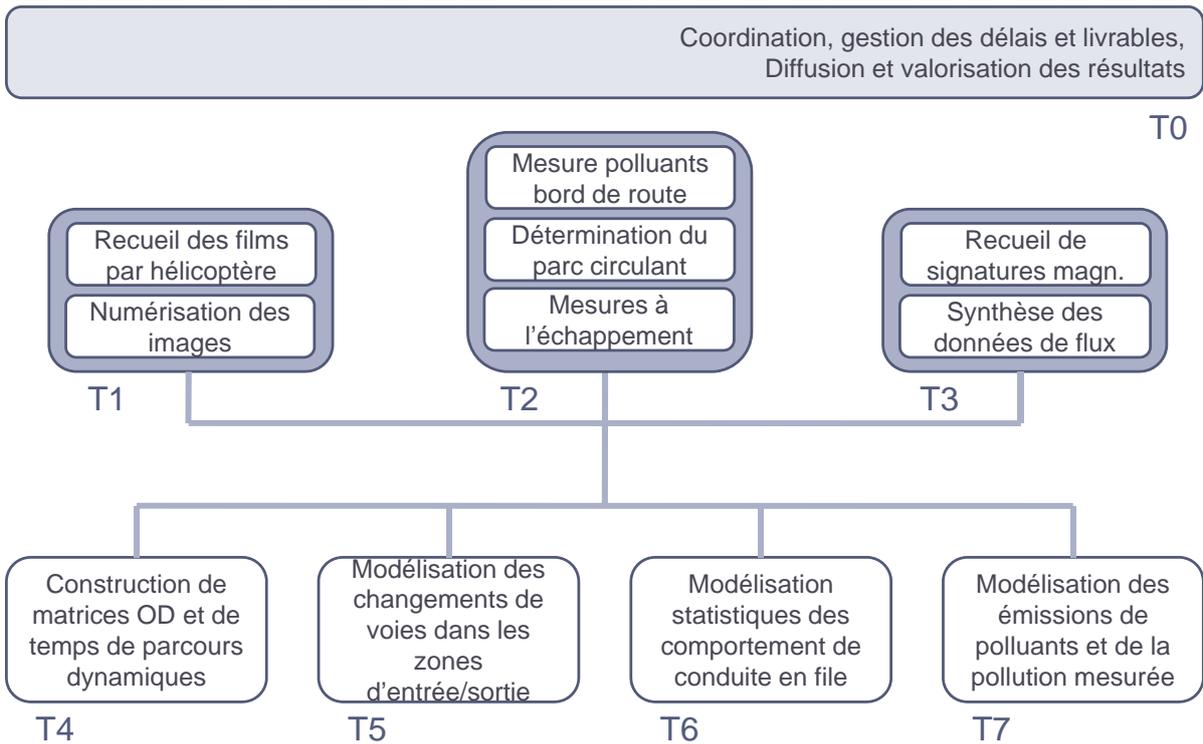
Ordre du jour (14h 17h)

13h45	Tâche 5 : Modélisation des changements de voies en particulier au voisinage des insertions et dans les zones d'échange <ul style="list-style-type: none">Premiers résultats d'analyse des trajectoires et de modélisation dans les zones de convergent et d'entre croisement	Florian Marczak
14h00	Tâche 6 : Mod. statistique des comportements de conduite en file <ul style="list-style-type: none">Fonctionnement d'insertion dans la zone 2Modélisation des pelotons	Dimitri Daucher
14h30	Tâche 7 : Modélisation des émissions et de la pollution <ul style="list-style-type: none">Passage des données brutes de Grenoble à des données utilisables pour les modèles d'émissionsImpact de la présence d'une voie ferrée à proximité du siteInfluence du pas de temps utilisé dans le calcul des émissionsCalcul des émissions de la rocade sud avec deux pas temporels et deux définitions du parc circulanModélisation de la pollution atmosphérique en proximité des routes	Antoine Montenon Anaïs Pasquier Hervé Chanut Masoud Fallah
15h45	Pause café	
16h00	Tâche 0 : partie suivi des délais et des livrables : organisation du travail 2013 : <ul style="list-style-type: none">Rappel sur les dates de livraison des livrablesOrganisation du travail en commun<ul style="list-style-type: none">Tâche 4 : INRIA LRPC Angers, LICITTâche 7 : LTE, CEREAs, Ascoparg, LICITOrganisation du travail de rédaction du rapport de synthèse	Tous

Equipe

Michel	André	LTE	T2	T7
Iker	Belicot	NeCS		T4
Christine	Buisson	LICIT	T1	T5
Carlos	Canudas de Wit	NeCS	T3	T4
Hervé	Chanut	Air Rhône Alpes	T2	T7
Claire	Chappaz	Air Rhône Alpes	T2	T7
Aurélié	Charron	LTE	T2	T7
Dimitri	Daucher	LEPSIS		T6
Laurent	Debize	LICIT	T1	
François	Derkx	Macs Paris	T1	
Masoud	Falah	CEREA et LTE	T2	T7
Mathieu	Goriaux	LTE	T2	
David	Guilbert	LRPC Angers	T3	T4
Christophe	Huber	DIR-CE	T1 T2 T3	
Denis	Jacquet	NeCS-Karus	T3	T4
Jean-Luc	Jaffrezo	LGGE	T2	
Arantxa	Julien	DRI/SR4	Suivi pour le PREDIT	
Alain	Kibangou	NeCS	T3	T4
Cédric	Lebastard	LRPC Angers	T3	T4
Delphine	Lejri	LICIT		T7
Luis	Leon	NeCS	T3	T4
Philippe	Mansuy	DIR-CE	T1 T2 T3	
Antoine	Montenon	LTE		
Florian	Marczak	LICIT	T1	
Fabio	Morbidi	NeCS	T4	
Fabien	Moreau	LESCOT	T1 (Ingénieur Caméras)	
Miguel	Ortiz	Macs Nantes	T1 (GPS)	
Anaïs	Pasquier	LTE		
Cyndi	Pellet	Air Rhône Alpes		T7
Lucie	Polo	LGGE	T2	
Olivier	Richard	CETE de Lyon		T4
Christian	Seigneur	CEREA	T2	T7
Cécile	Trébuchon	Air Rhône Alpes	T2	T7
Florence	Troude	Air Rhône Alpes	T2	T7

MOCoPo : Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la Pollution



TO : bilan du site web et mise à jour de la liste des publications réalisées

- ▶ 34 inscrits sur le site dont environ 10 internationaux
- ▶ 6 publications en conférence dont 2 acceptées pour publication en revue :
 - ▶ “*Graph Constrained-CTM Observer Design for the Grenoble South Ring*”, C. Canudas de Wit, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, in Proc. 13rd IFAC Symp. on Control in Transportation Systems, vol. 13, n. 1, pp. 197-202, 2012
 - ▶ “*Adaptive Kalman Filtering for Multi-Step ahead Traffic Flow Prediction*”, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, C. Canudas de Wit, in Proc. American Control Conf., 2013, to appear
 - ▶ “*Online Dynamic Travel Time Prediction using Speed and Flow Measurements*”, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, C. Canudas de Wit, subm. to the European Control Conf., 2013
 - ▶ Marczak, F., Daamen, W., Buisson, C., Key variables of merging behaviour: empirical comparison between two sites and assessment of gap acceptance theory, 20th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT 2013), 17-19 July 2013, NL.
 - ▶ Marczak, F., Buisson, C., New Filtering Method for Trajectory Measurement Errors and Its Comparison with Existing Methods, *Transportation Research Record*, 2012 (*in press*).
 - ▶ J. Mint-Moustapha, D. Daucher, B. Jourdain Estimation of the probability of merging at an entrance ramp of a suburban freeway, ICOSAR June 2013
- ▶ Communication grand public :
4' de reportage au journal du soir de France 2 en juin 2012



T1 : Collecte de données de trajectoires

- ▶ Une seconde campagne de mesure en juin 2013 (financement : IFSTTAR)
- ▶ Objectif :
 - ▶ collecter des données sans congestion « remontante »
 - ▶ Valider la précision des mesures de trajectoires grâce à la disposition de données GPS.



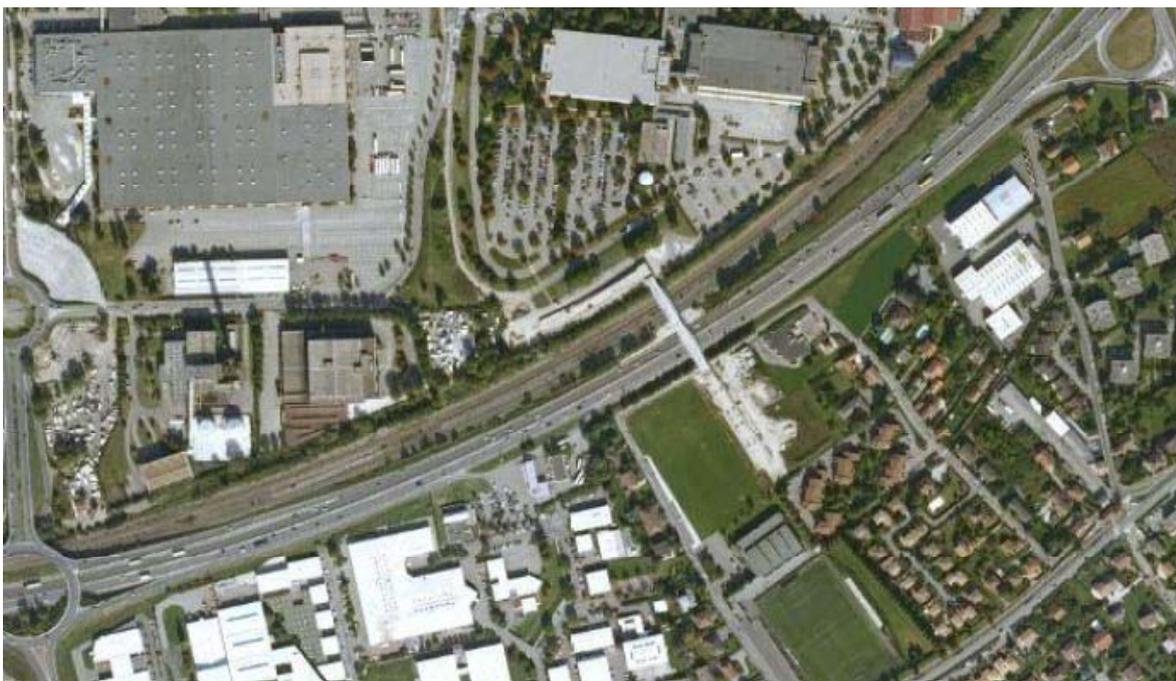
Bilan : 9h et 10 minutes « parfaites »
12h et 16 minutes « exploitables »

	Zone 1	Zone 2	Zone 3
	Durée	Durée	Durée
Lundi 12 sept 2011	15'		49'
Mardi 13 sept 2011	51'	40'	
Mercredi 14 sept 2011	3*15'	15'	59'
Jeudi 15 sept 2011	59'	58'	60'
Vendredi 16 sept 2011	60'	25'	60'
Lundi 4 juin 2012	35'		
Mardi 5 juin 2012	60'		

Zone 1 :
le convergent A41 / RN 87 : matin



Zone 2 :
Eybens, une section sans entrée ni sortie

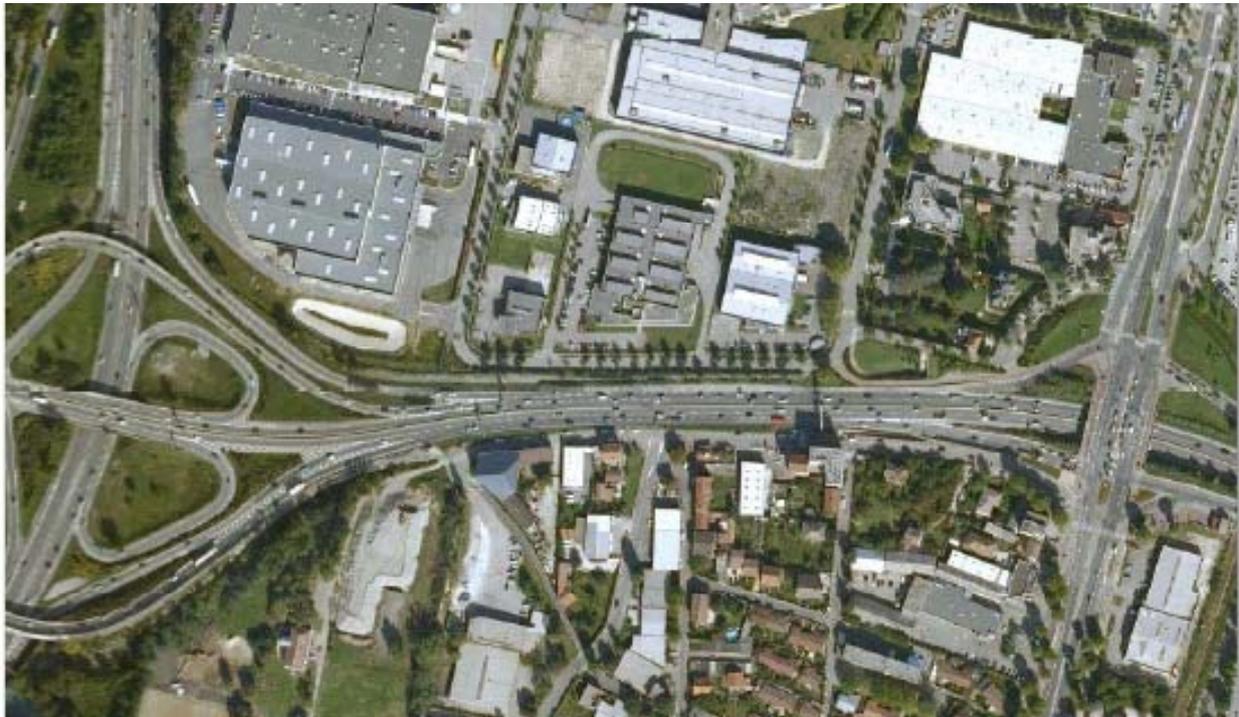


Zone 3

le Rondeau : une section d'entrecroisement



+600 m



Traitement des données vidéo caméra HD

Utilisation d'un logiciel développé par TU Delft
(Peter Knoppers)

3 étapes :

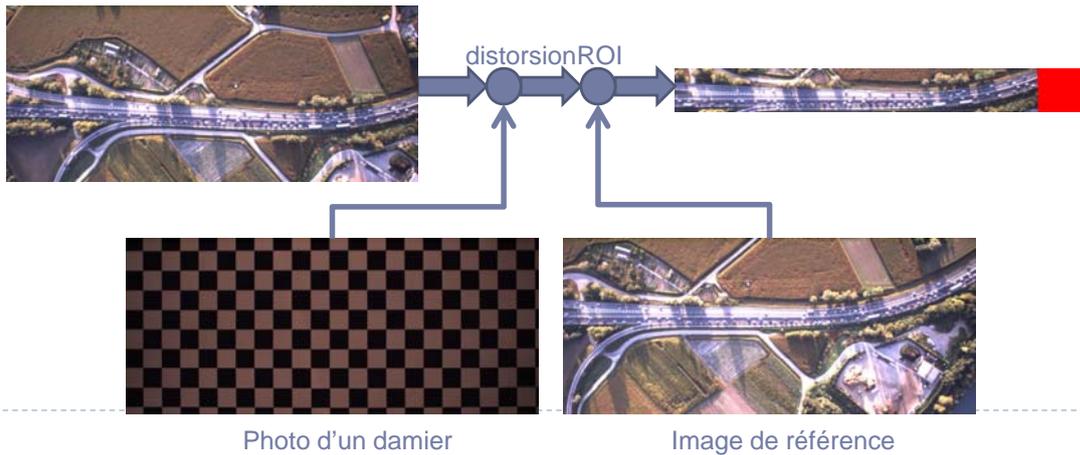
- ▶ Stabilisation des images (mouvement de l'hélicoptère)
- ▶ Recherche des objets qui bougent sur chaque image
- ▶ Construction des trajectoires à partir des objets qui bougent



Traitement des données vidéo caméra HD

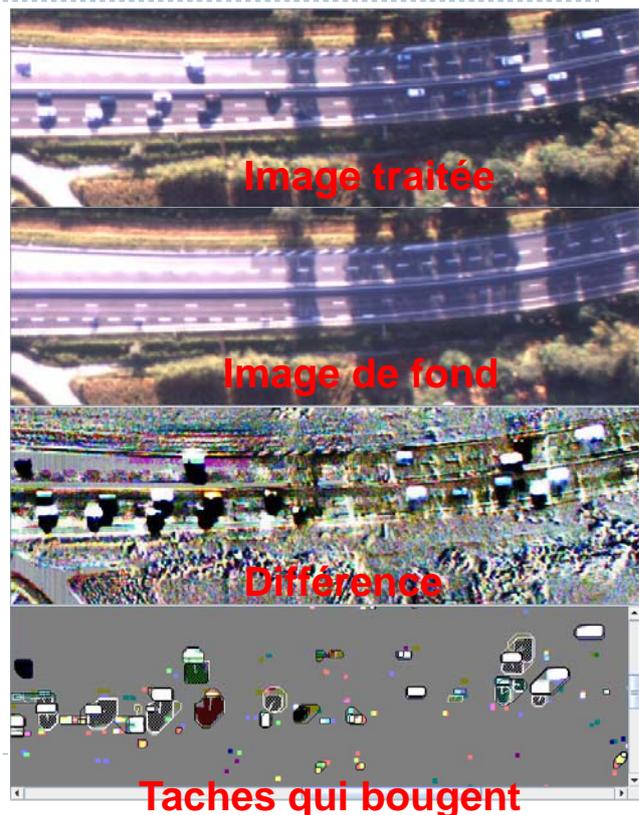
▶ Etape 1 : Stabilisation des images

- ▶ Correction de la distorsion due à l'objectif (photo d'un damier)
- ▶ Choix d'une image de référence
- ▶ Choix de la zone d'intérêt
- ▶ **Etape complètement terminée**



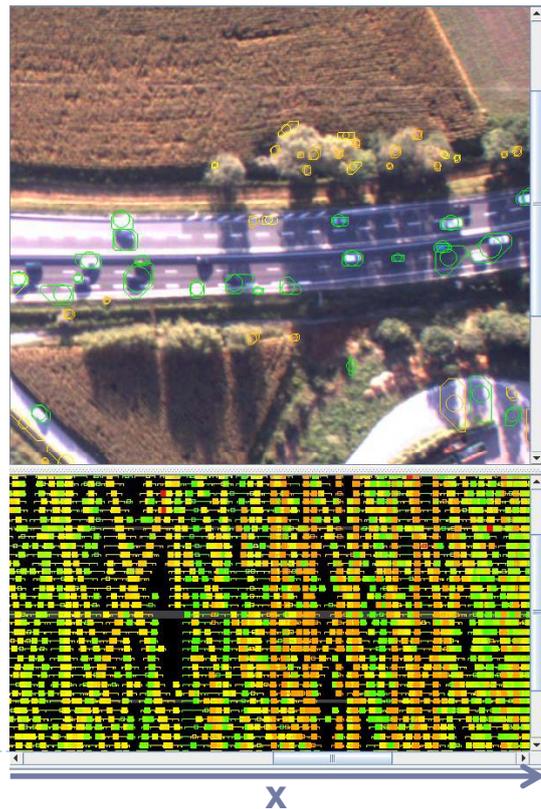
Etape 2 : Recherche des objets qui bougent

- ▶ Principe général :
 - ▶ Calcul de l'image de fond (sans les voitures)
 - Utilise plusieurs images espacées dans le temps
 - ▶ Calcul de la différence entre l'image traitée et l'image de fond
 - ▶ Recherche de blocs de pixels non nuls (définition d'un taille min)
 - ▶ Suppression des ombres
 - ▶ Création d'un fichier texte par image décrivant les "taches" qui bougent
- ▶ Gros travail de Laurent Debrize pour améliorer :
 - ▶ L'identification du fond (très utile lorsque des véhicules sont à l'arrêt)
 - ▶ Le traitement des ombres
 - ▶ La séparation entre deux véhicules
- ▶ **Ce logiciel fonctionne actuellement de manière satisfaisante**



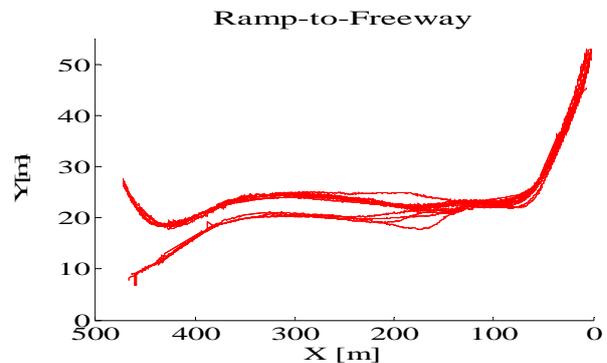
Etape 3 : Construction des trajectoires

- ▶ Principe général :
 - ▶ Connexion des taches entre les images par un système d'évaluation de crédibilité
- ▶ Problèmes de traces discontinues, de tâches perdues, de fusion de tâches, etc.
- ▶ Le travail d'amélioration du code nécessaire n'a pas été fait.
- ▶ Il est prévu entre maintenant et juin 2013
 - ▶ Identification des pb par ChB
 - ▶ Correction par P. Knoppers
- ▶ Objectif :
 - ▶ 3*15' de données sur le site web début juin 2013
 - ▶ Plus fin 2013,
 - ▶ Le reste sera livré au fur et à mesure, après 2013



Une fois les traces obtenues, que reste-il à faire ?

- ▶ Stabiliser le temps
 - ▶ pas de temps constants entre deux images
- ▶ Corriger la courbure des trajectoires ;
 - ▶ Abscisses curvilignes
- ▶ Développer un code de correction des erreurs dans les mesures de position
 - ▶ Travail prévu fin Février avec l'équipe de V. Punzo à JRC Ispra (financement Multitude)
- ▶ Quantifier les erreurs sur les mesures de position en comparant les trajectoires avec les traces GPS
- ▶ Conclusion : il reste beaucoup de travail ...
- ▶ ... mais le chemin est tracé.



Identification de la composition du parc

Réunion MOCoPo
ENTPE – 07/02/2013
Anaïs PASQUIER



IFSTTAR

Sommaire

- I. Présentation des observations et méthode de construction du parc
- II. Analyse de la fiabilité des observations
- III. Présentation et analyse du parc local
- IV. Analyse de la variabilité du parc

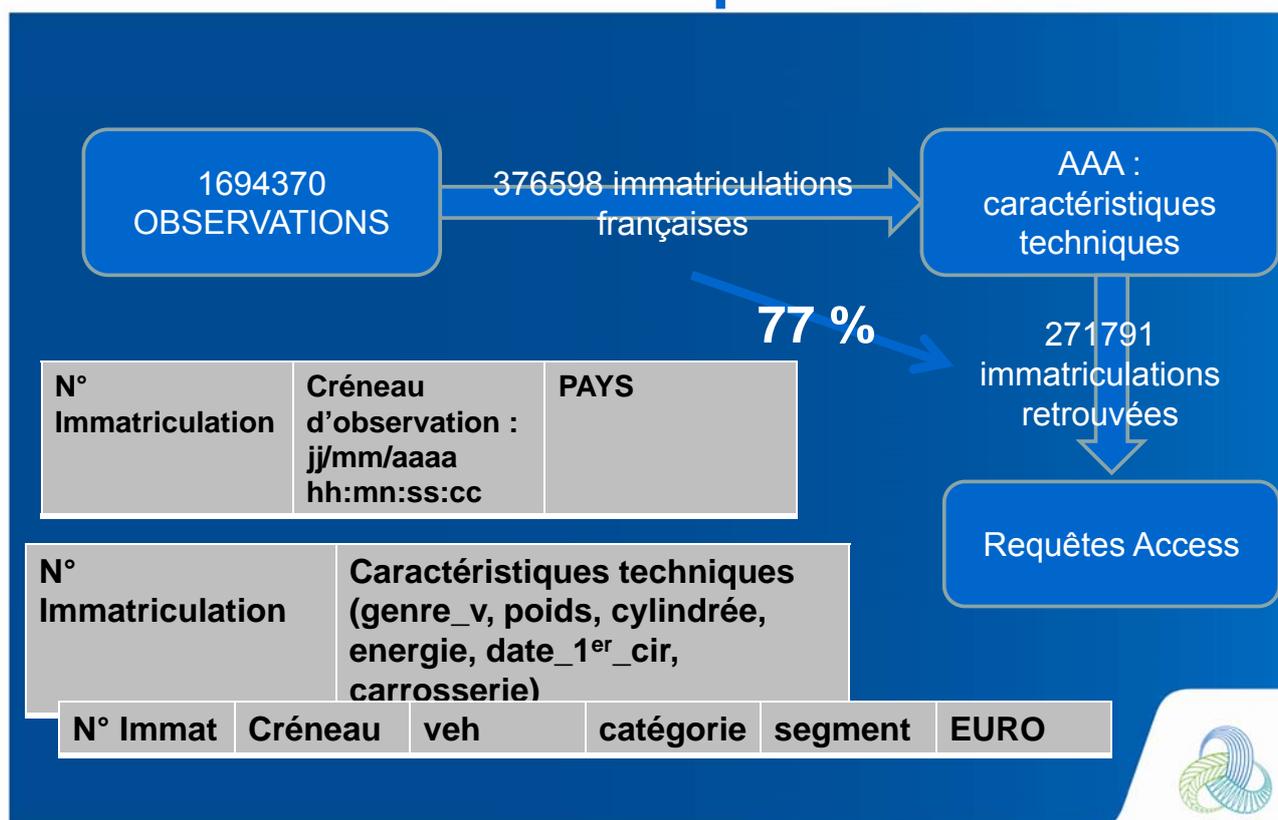


I. Observations et méthode de construction du parc

- Observations : du 8 septembre au 10 octobre
 - 4 caméras : CLP1, CLP2 sur le sens extérieur (O-E), CLP3, CLP4 sens intérieur (E-O)
 - Lecture par l'arrière
 - 1 694 370 observations :
 - 896 232 françaises (53 %)
 - ≡ 376 598 immatriculations différentes
 - Non identifiées : 10,5 %, IT : 22 %, BE : 10,5 %



I. Observations et méthode de construction du parc



I. Observations et méthode de construction du parc

- AAA :
 - Données trouvées en plusieurs approches :
 - 61 % : fichier immatriculations en circulation
 - 10 % : fichier immatriculations antérieures
 - 5 % : fichier immatriculations véhicules ayant changé 2 fois d'immatriculation
 - Nécessité de traiter **rapidement** les données
- Caractéristiques techniques : 80 informations



II. Analyse de la fiabilité des observations

- Problème de lecture/ identification des immatriculations :
 - Pays : IT : 22 %, BE : 10,5 %
 - ?? : non identifiées
- Problème éclairage
- Problème sur l'identification des PL :
 - Remorques (rigides)
 - Semi-remorques (tracteurs routiers)



II. Analyse de la fiabilité des observations

- Indicateur fiabilité des CLAPs :

- Calcul $ratio = \frac{\text{nombre immatriculations (CLAP)}}{\text{trafic relevé}}$

Par créneaux de 6 minutes pour E-O et O-E

- Ratio moyen journalier E-O ($\approx 40\%$) < ratio moyen journalier O-E ($\approx 77\%$)



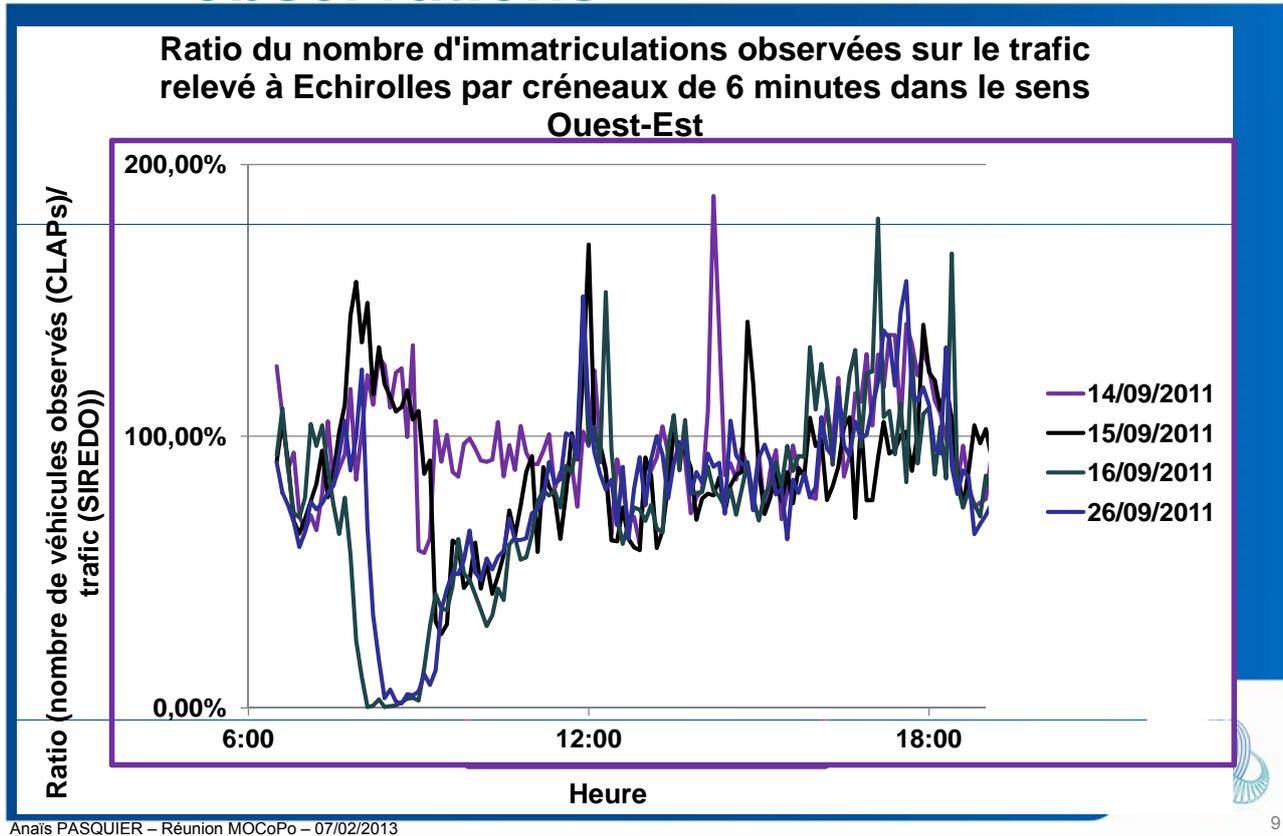
II. Analyse de la fiabilité des observations

- Problème O-E : zone noire (ratio très faible) entre 7h30 et 9h00, sur 11 jours (11, 12, 13, 16, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29)

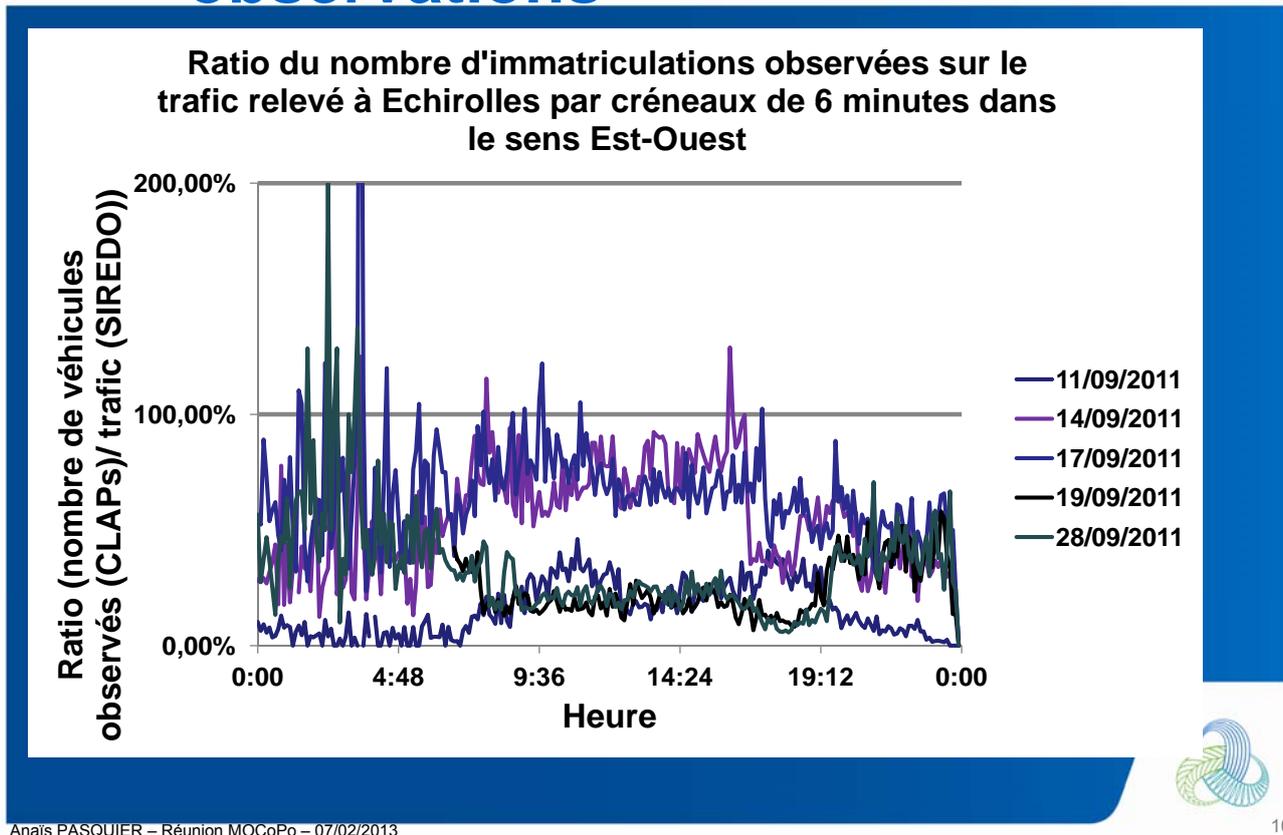
- Problème : heures de pointe du matin
 - Hypothèse : éclairage (surexposition, mauvais contraste)
 - Phénomène absent E-O fin de journée (mais ratios faibles de nombreux jours)



II. Analyse de la fiabilité des observations



II. Analyse de la fiabilité des observations



II. Analyse de la fiabilité des observations

- Problème ratio $> 100\%$
 - E-O : 1% des créneaux, O-E : 20 % des créneaux)
 - Cas 1 : trafic faible => impact limité
 - Cas 2 : trafic élevé => impact plus important
 - Causes ?? CLAPs ou SIREDO ?
 - Distance entre les CLAPs et les boucles SIREDO (coordonnées GPS)
 - Données d'immatriculations : mauvaises lectures, relevées plusieurs fois
- Systématiser la recherche de ces relevés multiples : quelle proportion des données ?
- Données enregistrées : très importantes, permet une vision relativement précise du parc



III. Analyse du parc roulant local

- **Parc local** : à partir des **données françaises**, extrapolé à l'ensemble du trafic
- Parc roulant local = nombre de passages



III. Analyse du parc roulant local

- Analyse par rapport au parc national

- Par type de véhicules

veh	Parc roulant MOCOpo	Parc roulant national IFSTTAR 2011
pass. car	80,2%	77,4%
LCV	15,9%	18,8%
HGV	3,7%	3,5%
urban bus	0,12%	0,14%
coach	0,16%	0,26%
Total général	100,00%	100,00%



III. Analyse du parc roulant local

- Par catégorie

Véhicule Catégorie	Pourcentage MOCOpo par rapport à la catégorie de véhicules	Pourcentage national par rapport à la catégorie de véhicules
pass. car	100,00%	100,00%
Diesel	68,5%	72,2%
Petrol	30,6%	27,5%
Others	0,94%	0,28%
Unknown	0,05%	
LCV	100,00%	100,00%
Diesel	97,2%	98,7%
Petrol	2,0%	1,3%
Others	0,75%	0,06%
HGV	100,00%	100,00%
RigidTrucks	56,1%	49,7%
Tractors	43,9%	50,3%



III. Analyse du parc roulant local

Veh	Par catégorie EURO	Pourcentage parc	Pourcentage parc	Pourcentage MOCOPo EURO par rapport au type de véhicule	Pourcentage national EURO par rapport au type de véhicule
pass. car	Veh				100,00%
Euro<Euro					56,60%
Euro-4-5					43,40%
AUTRE					
LCV					100,00%
Euro<Euro					56,80%
Euro-4-5					43,20%
HGV	HGV		100,00%	100,00%	100,00%
Euro<Euro	Euro<Euro-4				41,05%
Euro-4-5			51,10%	41,05%	100,00%
AUTRE					
urban bus	Euro-4-5				59,00%
Euro<Euro			48,80%	59,00%	100,00%
Euro-4-5	AUTRE				1,90%
AUTRE			0,08%		1,20%
coach		0,00%	0,00%	2,70%	0,00%
Euro<Euro-4		0,16%	0,26%	100,00%	100,00%
Euro-4-5		0,08%	0,13%	56,20%	46,40%
		0,07%	0,14%	43,90%	53,60%

Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013

15

III. Analyse du parc roulant local

- Comparaison du parc roulant week-end/parc moyen

veh	Pourcentage parc roulant moyen	Pourcentage parc roulant samedi	Pourcentage parc roulant dimanche	Pourcentage parc roulant week-end
pass. car	79,55%	88,37%	89,50%	88,84%
LCV	15,73%	9,67%	9,03%	9,41%
HGV	3,62%	0,90%	0,35%	0,67%
MOTORCYCLE	0,83%	0,83%	0,87%	0,85%
coach	0,16%	0,13%	0,20%	0,16%
urban bus	0,12%	0,09%	0,05%	0,08%
Total général	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013

16

III. Analyse du parc roulant local

- Comparaison du parc roulant week-end/parc moyen

Veh catégorie	Pourcentage, par rapport au parent, du parc roulant Moyen	Pourcentage, par rapport au parent, du parc roulant week-end
pass. car	100,00%	100,00%
Diesel	68,46%	69,26%
Others	0,94%	0,87%
Petrol	30,56%	29,82%
Unknown	0,05%	0,04%
LCV	100,00%	100,00%
Diesel	97,21%	96,70%
Others	0,75%	0,50%
Petrol	2,04%	2,79%
HGV	100,00%	100,00%
RigidTrucks	56,13%	58,55%
Tractors	43,87%	41,45%



III. Analyse du parc roulant local

Veh	Pourcentage parc roulant Moyen	Pourcentage parc roulant week-end	Pourcentage, par rapport au parent, du parc roulant moyen	Pourcentage, par rapport au parent, du parc roulant week-end
pass. car	79,5%	88,8%	100,0%	100,0%
Eu				1,2%
Eu				7,9%
AL				0,9%
LCV				10,0%
Eu				5,3%
Eu				4,7%
HGV				10,0%
Eu				1,2%
Eu				8,8%
MOT				10,0%
-E				6,7%
Eu				1,0%
Eu				5,5%
Eu				6,8%
urb				10,0%
Eu				1,4%
Eu				8,5%
coach	0,2%	0,2%	100,0%	100,0%
Eu				47,8%
Eu				52,2%

III. Analyse du parc roulant local

- Conclusion

- Parc local/parc national :

- plus de VP, moins de VUL
- Parc local VP, HGV plus vieux

- Week-end :

- Moins de PL et VUL, plus de VP
- Répartition Diesel/essence semblable
- Catégories EURO : plus de VUL EURO< EURO-4

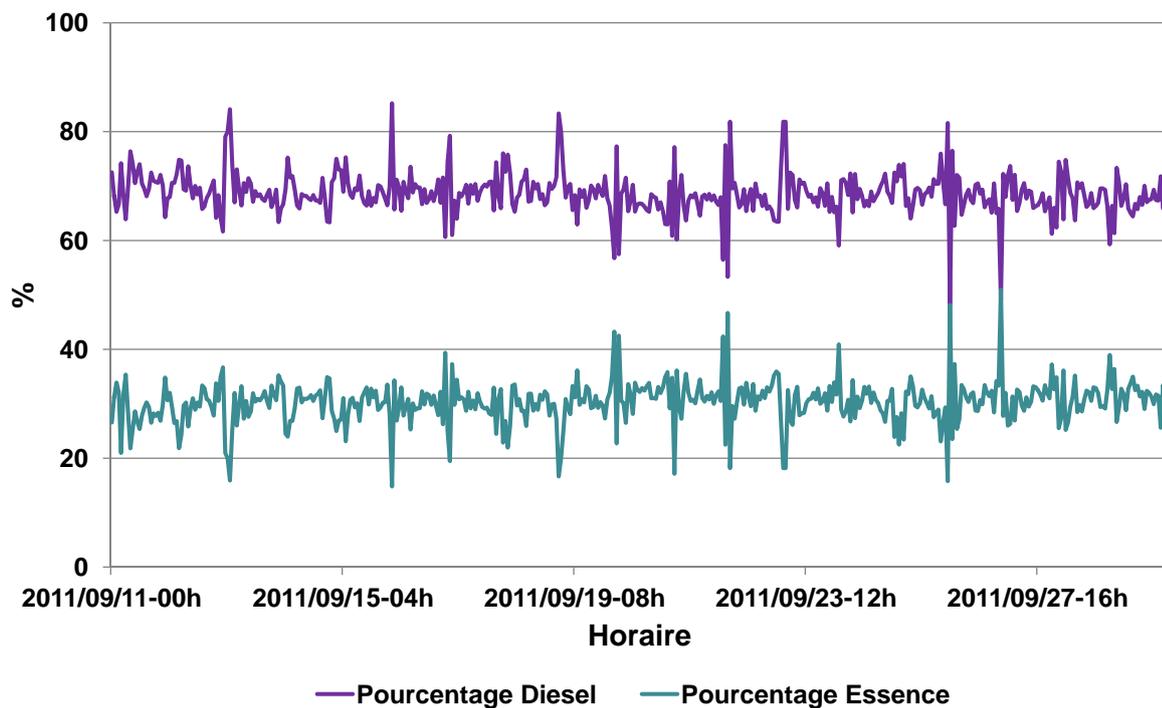
- HP/ HC

- Pas de différences notables



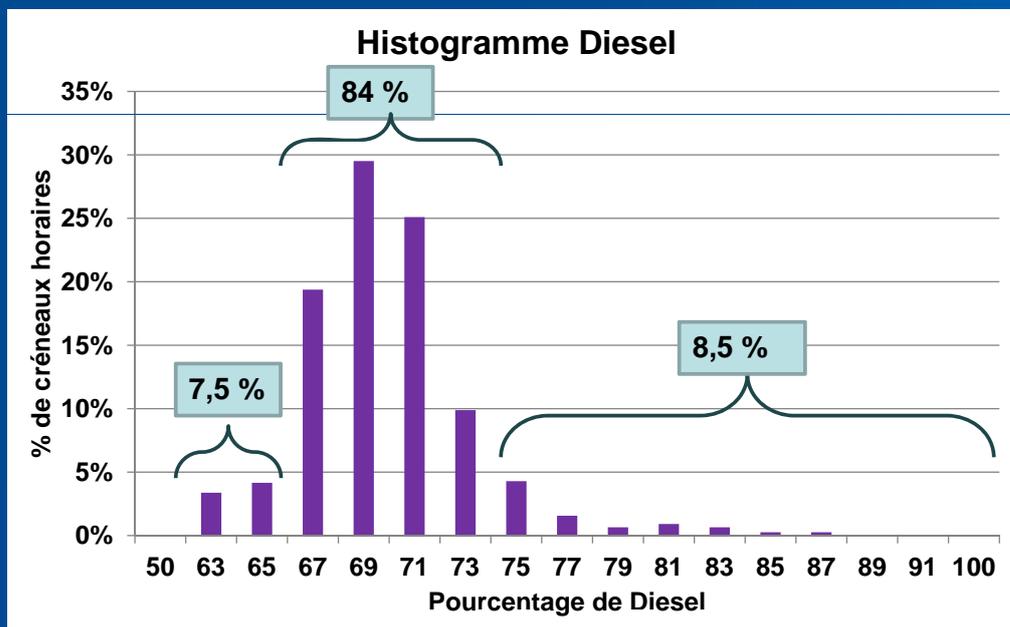
IV. Variabilité du parc

Pourcentage Diesel et Pourcentage essence

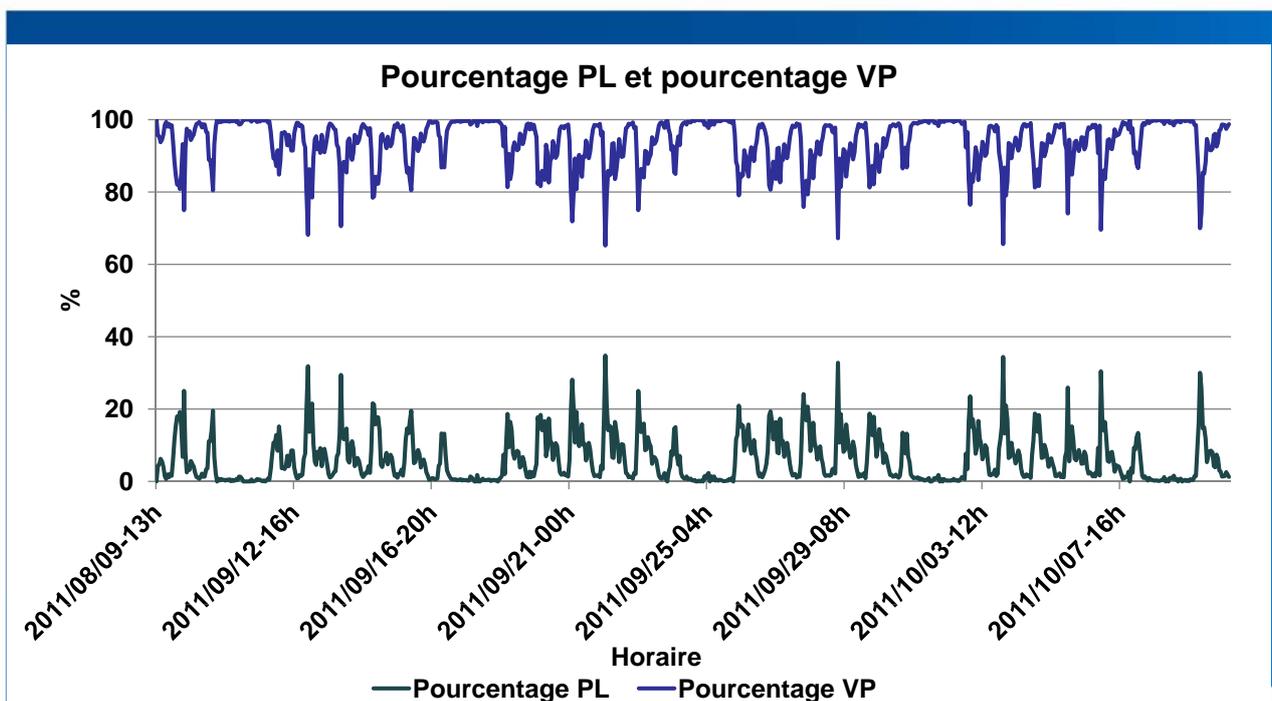


IV. Variabilité du parc

- Indicateur Diesel

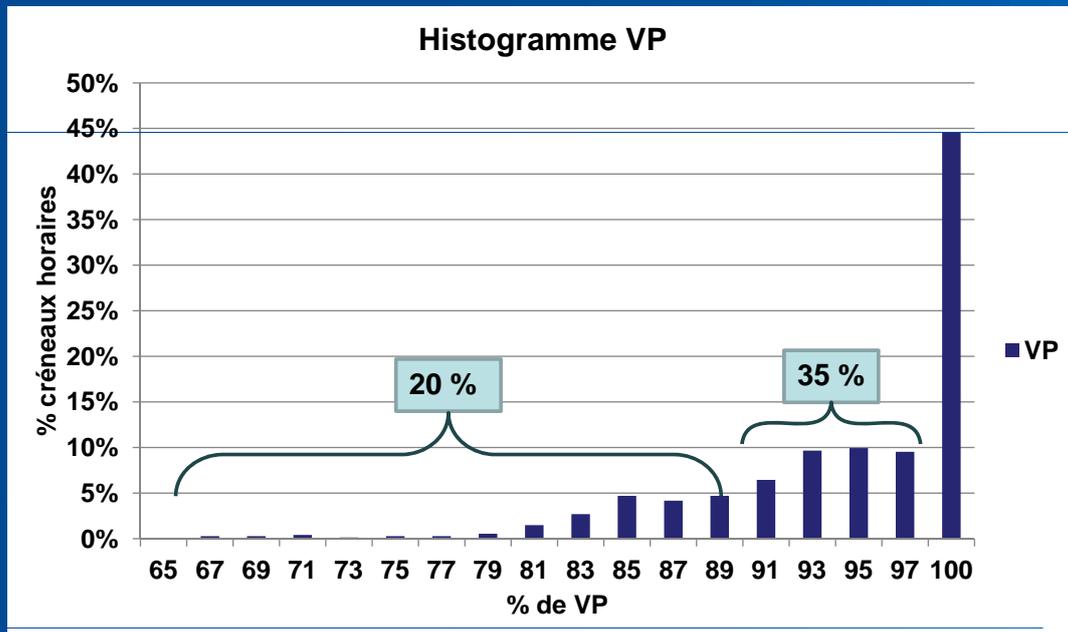


IV. Variabilité du parc



IV. Variabilité du parc

- Indicateur VP



PERSPECTIVES

- Améliorer l'étude sur la fiabilité des données :
 - Relevés immatriculations multiples
 - Par caméras
- Parc poids lourds
- Etude de la variabilité du parc à approfondir
- « Corrélation » entre dynamique du parc et mesures de pollution



Merci de votre attention

Ifsttar

LTE – Equipe Energie et pollution de l'air

anais.pasquier@ifsttar.fr

www.ifsttar.fr





Avancées du travail sur les données de chimie de la campagne MOCOPO/PM-DRIVE

*Réunion MOCOPO
7/02/13*

L. Polo, JL. Jaffrezo , V. Jacob, C. Piot, JL Besombes,
N. Marchand, A.Charron,

et Air RA



L. Polo, MOCOPO (ENTPE), 7/02/13



Plan

- I. Vue d'ensemble des mesures effectuées
 - I. Instruments mis en place
 - II. Analyses effectuées
- II. Résultats
 - I. Gaz (Pas de COV, Aldéhydes)
 - II. PM10 et PM2.5
 - III. Distributions en tailles (4 modes: modes particules fines et grossières (trafic et hors echap)
 - IV. EC/OC
 - V. Ions
 - VI. Métaux
- III. Perspectives



Instruments utilisés durant la campagne

	Instruments	Espèces mesurées	Tailles de particules	Durée de prélèvement	Nombre d'échantillons
ASCOPARG	Analyseur on-line	NO2		15 min (TU)	-
	Analyseur on-line	NO		15 min (TU)	-
	Analyseur on-line	O3		15 min (TU)	-
	Analyseur on-line	CO		15 min (TU)	-
	Analyseur on-line	SO2		15 min (TU)	-
	FDMS	Phase particulaire	PM2.5	15 min (TU)	-
	FDMS	Phase particulaire	PM10	15 min (TU)	-
	TEOM 50°C	Phase particulaire	PM2.5	15 min (TU)	
	TEOM 50°C	Phase particulaire	PM10	15 min (TU)	
	DA80	Phase particulaire (EC/OC, Ions, métaux, Organiques)	PM10	4h (locale)	177
LCP	HR-TOF-AMS	Aérosol non réfractaire (sulfates, nitrates, ammonium, fraction organique) (masse)	70-1000nm	4min	
	MAAP	BC (réfractaire) (masse)	PM1	2min	
	SMPS PTR-TOF-MS	Aérosol submicronique (nombre/classe de tailles) COV	10-1013nm	7min 25sec (moyennes sur 2min)	
LGGE/LCME	Sass off line	Aldéhydes, COV		4h (locale)	400
	AIM	espèces ioniques (particules et gaz) Phase particulaire (nombre/classe de tailles, 0.5- >20µm)		60min	
	OPC Grimm		300-20000nm	1 min	
	Impacteur	Phase particulaire	PM0.1	24h (locale)	14
	DA80 manuel	Phase particulaire (mesure C14, carbone fossile/moderne)	PM10	24h (locale)	12
Vue d'ensemble		Résultats	Perspectives ³		



Off-line: Chimie détaillée



Aldéhydes (15^aaine)

CO (aine)



Matière Organique Particulaire

Vue d'ensemble	Résultats	Perspectives ⁴
-----------------------	------------------	----------------------------------

Quelles analyses??



carbonaceous matter (OC, EC)

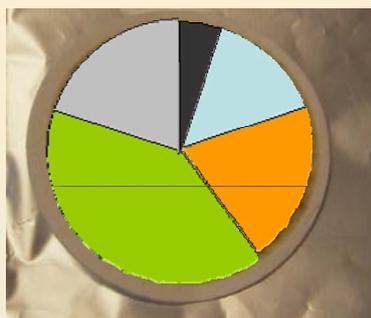
Thermo optical method EUSAAR2

~~Scanning Electron
Microscopy~~

CMTC-Grenoble INP

organic speciation
(alkanes, PAH,...)

GC-MS, HPLC-Fluo,
LC-MS/MS



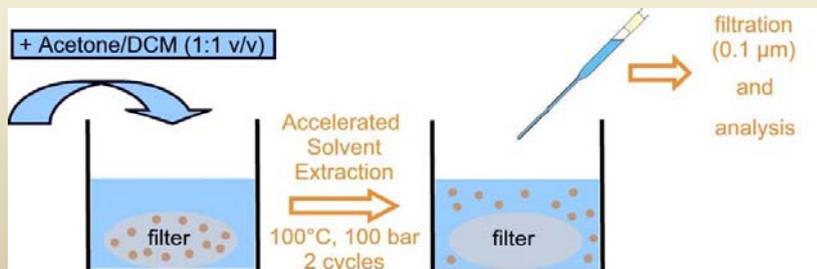
ions and low-molecular-weight
organic acids

Ion chromatography

metals and trace elements

ICP-MS with full
digestion of the filter

Organics extraction



Organics analysis

→ HPLC-Fluo: PAHs

→ GC-MS:
hydrocarbons and
polar compounds after derivatization

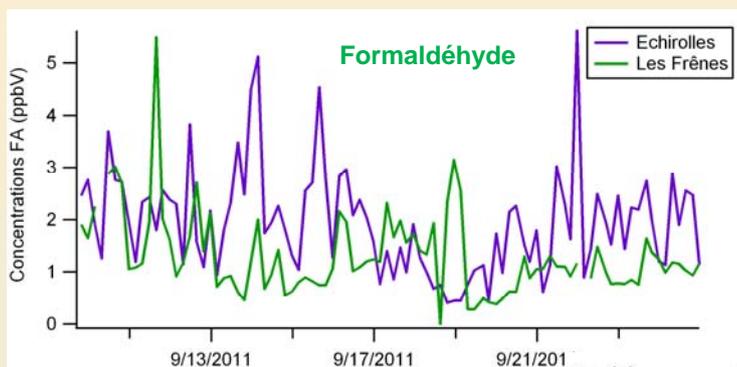
Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

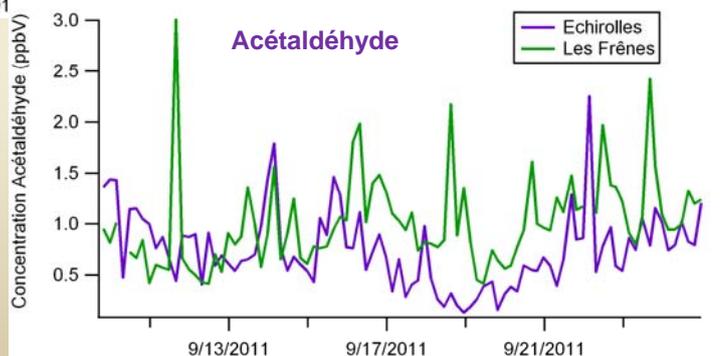
5

Les Aldéhydes



- ❖ $[Ech]_{FA} > [Frênes]_{FA}$
- ❖ Dynamique signal ~ Trafic
- ❖ Durée de vie = 4h
 - **Composé à relier avec le trafic**

- ❖ $[Ech]_{AA}$ et $[Frênes]_{AA}$ = non significatif
- ❖ Dynamique signal ~ Formaldéhyde
- ❖ Durée de vie = 8h
 - **Composé non relié au trafic**



Vue d'ensemble

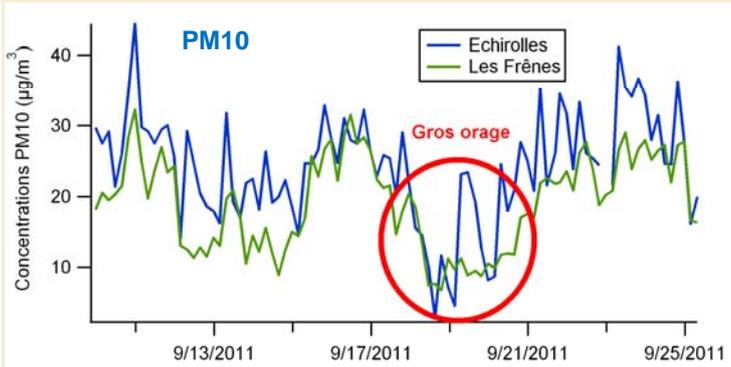
Résultats

Perspectives

6

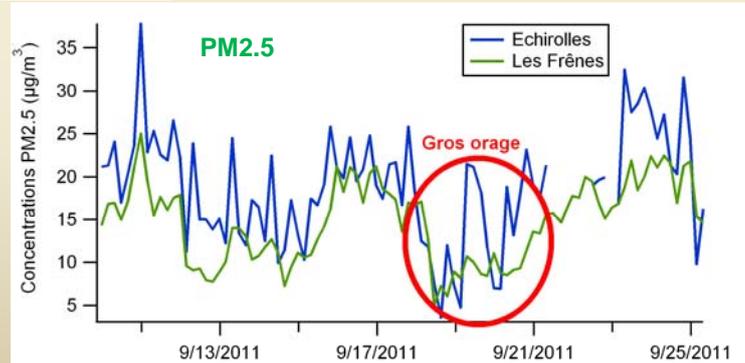


PM10 et PM2.5



- ❖ $[PM_{10}]_{Echirolles} > [PM_{10}]_{Les\ Frênes}$
- ❖ Max PM10 Echirolles: 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ❖ Max PM10 Les Frênes: 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ❖ Dynamique trafic à Echirolles

- ❖ $[PM_{2.5}]_{Echirolles} > [PM_{2.5}]_{Les\ Frênes}$
- ❖ Max PM_{2.5} Echirolles: 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ❖ Max PM_{2.5} Les Frênes: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ❖ Dynamique trafic à Echirolles



Vue d'ensemble

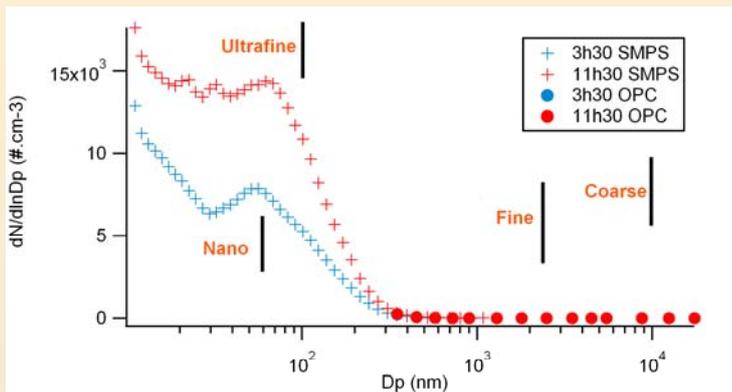
Résultats

Perspectives

7

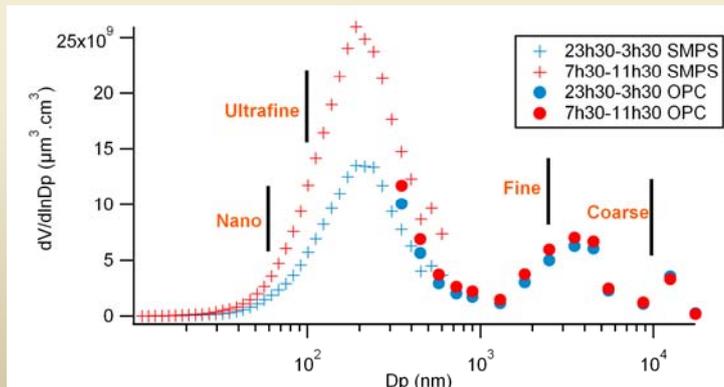


Distributions en tailles des particules



- ❖ 4 modes :
 - Nano < 0.05 μm
 - UF < 0.1 μm
 - Fine < 1 μm
 - Coarse < 20 μm
- ❖ « Apparition » du mode « coarse » en volume

- Nombre et volume en fonction du trafic (2 créneaux horaires typiques)
- En nombre: Nano et UF >>
- En volume: Fine et Coarse >>
- **Importance de travailler dans les modes Fine et Coarse concernant le trafic (sources directes et indirectes)**

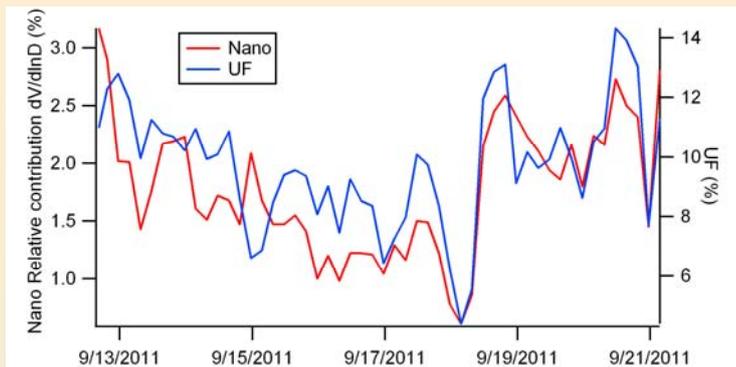


Vue d'ensemble

Résultats

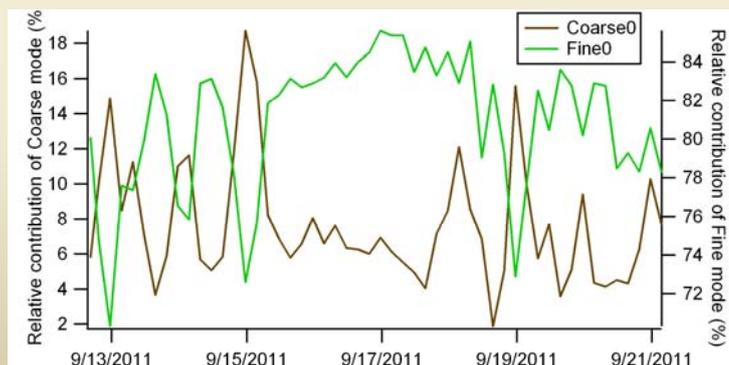
Perspectives

8



- Normalisés par rapport au volume total de particules
- We avec orage bien visible
- Contribution du mode UF légèrement plus important que nano

- Evolution de la contribution du mode Coarse et Fine totalement opposée
- Contribution du mode Fine plus importante que celle du mode Coarse

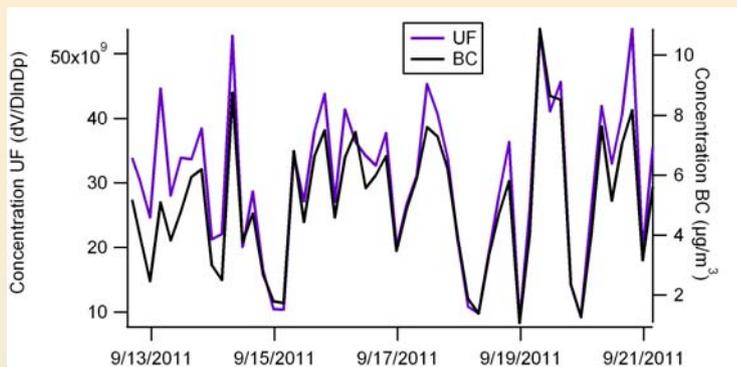


Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

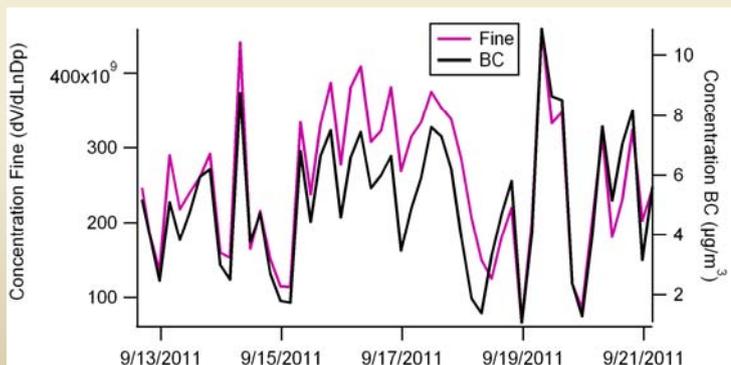
Corrélation des particules (en volume) avec le BC



- **Excellente corrélation pour les deux modes UF et Fine (coeff. de Pearson: 0.9) avec BC**
- **Source trafic à l'échappement: UF et Fine**

Le mode Coarse est très mal corrélé avec BC (coeff. De Pearson: 0.27)

- **Les particules hors échappement (usure de la chaussée, remise en suspension...) se retrouvent dans le mode Coarse**



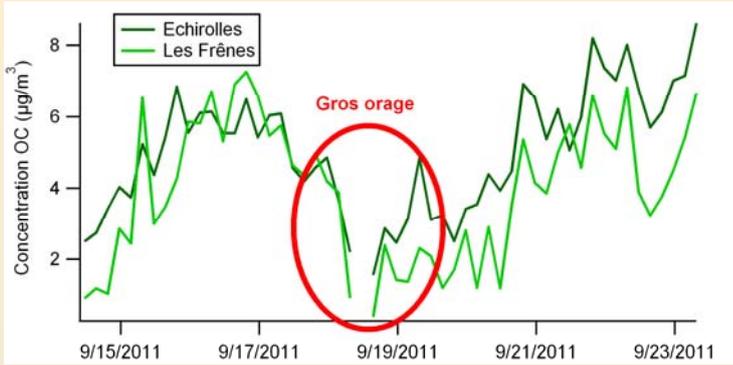
Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

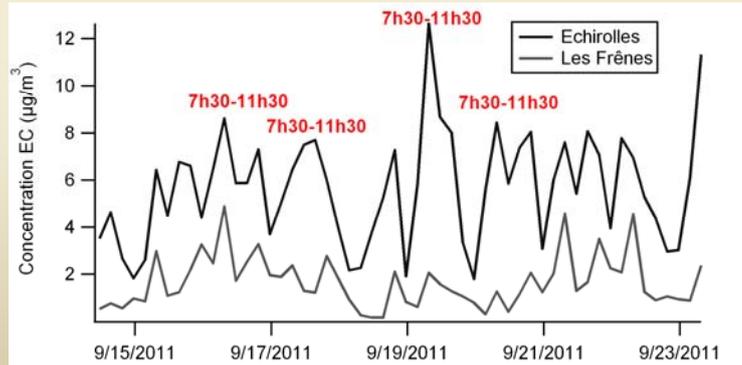


EC/OC



- Légère différence en concentrations d'OC pour les deux sites
- Orage visible: chute des concentrations autour du 19/09/11

- Belle différence dans les concentrations d'EC entre site trafic et site urbain
- Site trafic: dynamique du signal très marquée, à relier avec le trafic de la rocade



Vue d'ensemble

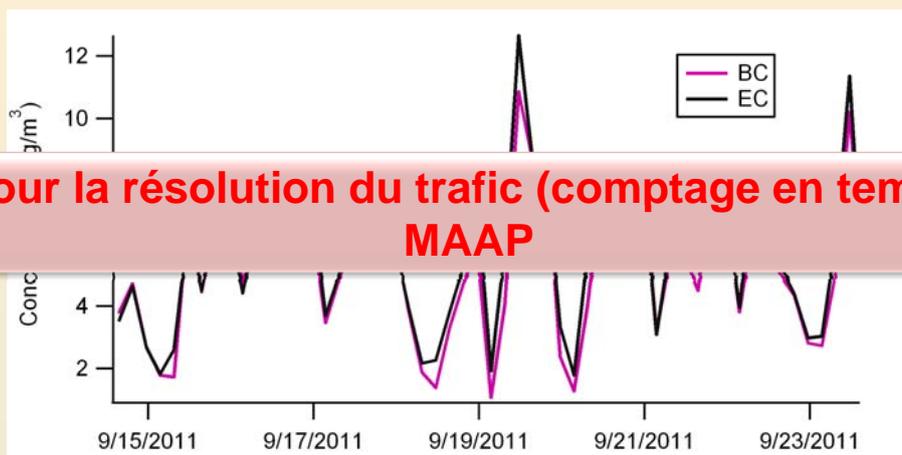
Résultats

Perspectives

11



Comparaison EC (filtres) et BC (MAAP)



Outil pour la résolution du trafic (comptage en temps réel): MAAP

EC **filtre** → 4h

BC **MAAP** → 2 min

Excellente corrélation entre l'on-line et les filtres: coeff. Pearson: 0.96

Vue d'ensemble

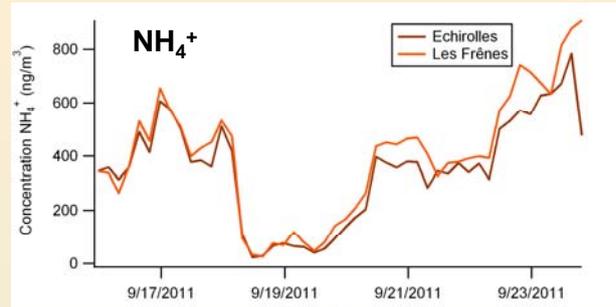
Résultats

Perspectives

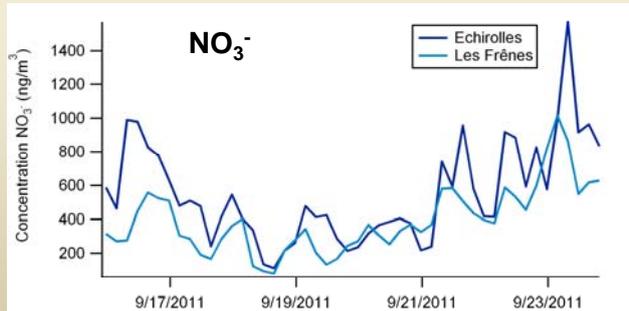
12



Composés ioniques



- Variations identiques pour SO_4^{2-} et NH_4^+ : Proviennent en partie des deux mêmes sources
- SO_4^{2-} : Aucune différence pour les deux sites : **Source non véhiculaire**



- ❖ NO_3^- provient du NO émis par les véhicules
- ❖ $[\text{NO}_3^-]_{\text{Echirolles}} > [\text{NO}_3^-]_{\text{Les Frênes}}$

➤ **NO_3^- lié à la source véhiculaire**

Vue d'ensemble

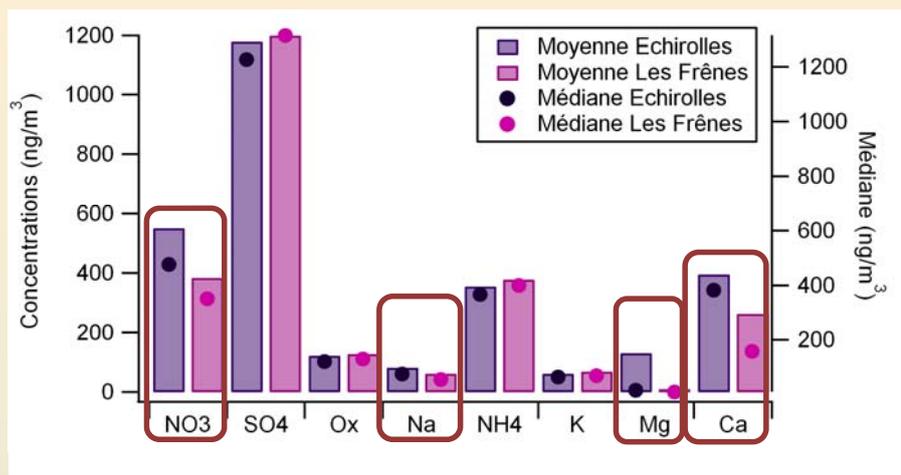
Résultats

Perspectives

13



Ions et trafic



- **Source trafic: NO_3^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}**

Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

14

Métaux



➤ 33 espèces métalliques analysées-24 étudiées pour des *sources à tendance véhiculaire*:

Éléments analysés	Sources de métaux
Al	Poussières en resuspension: usure piétons, roulements...
As	gamitures de freins, disques d'embrayage, transmission automatique
Ba	Usure des effaibris
Ca	Usure des arêtes et lubrifiants
Cd	Usure de pièces mécaniques galvanisées, pneus
Co	Usure pont catalytique, usure de la route
Cr	Huiles de graissage
Cu	Pièces métalliques
Cu	Ponts catalytiques, huiles lubrifiantes, usure des freins
Fe	Usure des effaibris, pneus, usure des freins
K	Biomasse, additif anti-gel
Mg	Usure de la route
Mn	additif dans l'essence, usure de certaines pièces métalliques
Mo	revêtement de certaines pièces, usure freins, additif dans les huiles
Ni	Additif anti-gel, carburant marins
Pb	usure des pneus
Pd	usure des ponts catalytiques
Pb	Combustion biomasse
Sb	Usure des effaibris
Sr	
Se	Lubrifiant, plaquettes de freins, Combustion charbon et huile
Si	revêtement des piétons, particules traioze, usure freins
Sr	Usure des effaibris
Ti	Usure des effaibris
V	Combustion charbon et huile
Zn	Usure des freins, pneus, usure des galvatisés
Zr	Usure des effaibris

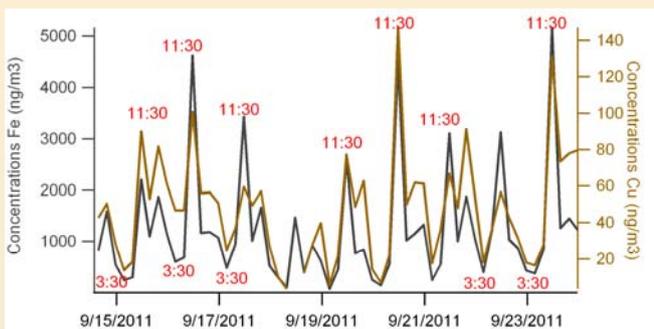
L.P. tiré d'études bibliographiques

Vue d'ensemble

Résultats

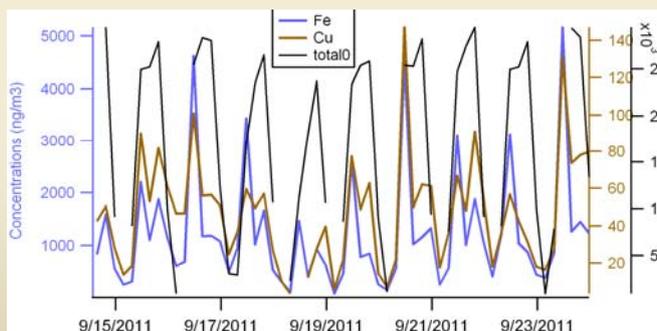
Perspectives

Différencier les sources?



- ❖ 2 éléments métalliques: Cu et Fe
- ❖ $[Fe] \gg [Cu]$
- ❖ Dynamique du signal liée au trafic

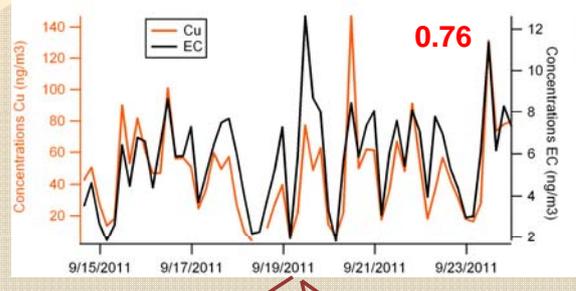
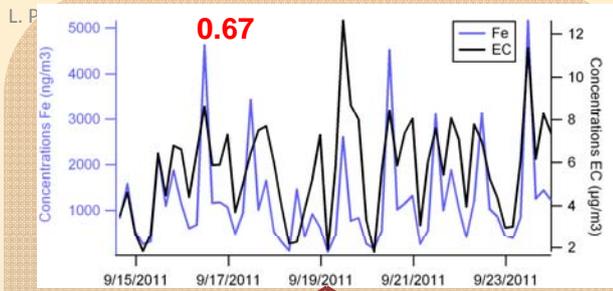
➤ Fe et Cu très bien corrélés avec le trafic



Vue d'ensemble

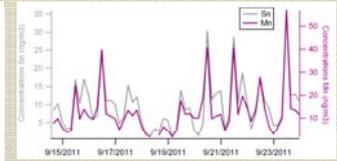
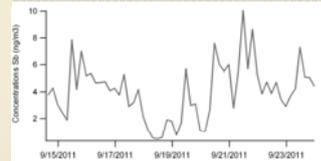
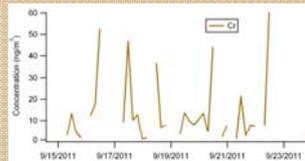
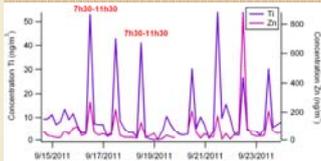
Résultats

Perspectives



Ti (0.79) Zn (0.59) Cr (0.73)

Sb (0.77) Mn (0.8) Sn (0.92)



Mauvaise corrélation à l'EC (0.2-0.3)

Bonne corrélation à l'EC (0.6-0.7)

Source Trafic hors échappement

Source Trafic à l'échappement

Vue d'ensemble

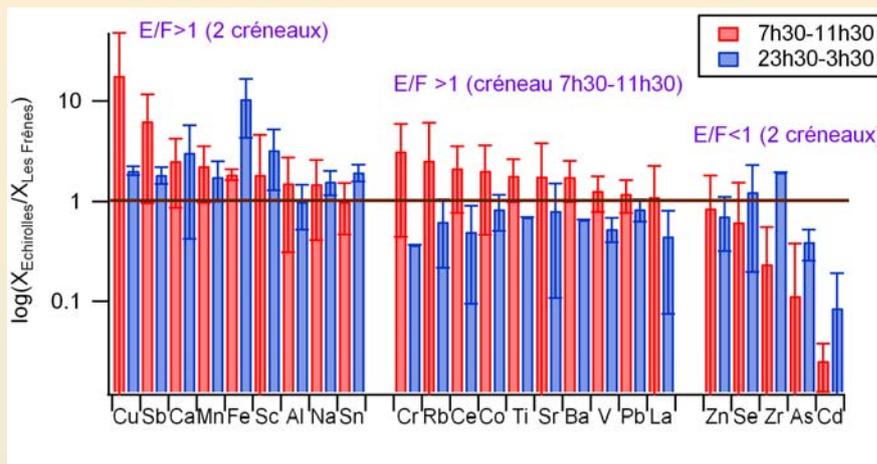
Résultats

Perspectives

17

L. Polo, MOCopO (ENTPE), 7/02/13

Profils chimiques



❖ 2 plages horaires extrêmes

$$X_{\text{delta}} = \frac{X_{\text{Echiroilles}}}{X_{\text{Les Frênes}}}$$



>1 (pour les deux créneaux horaires): Source Trafic

<1 (pour l'un des deux): à déterminer

<1 (pour les deux): Source propre aux Frênes

Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

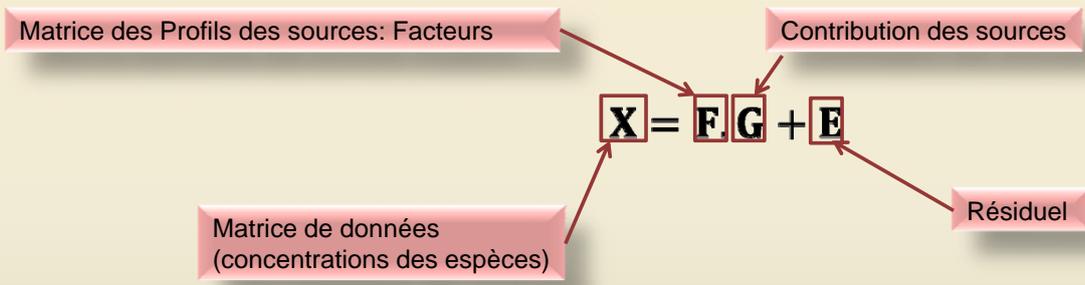
18

Modèles statistiques



Positive Matrix Factorization (PMF)

- Méthode de déconvolution des sources
- ❖ L'évolution de la concentration de chaque espèce est prise en compte
- ❖ Les espèces évoluant de la même manière sont rassemblées dans un même facteur



➤ **Difficulté d'attribuer chaque facteur à une source**

Vue d'ensemble

Résultats

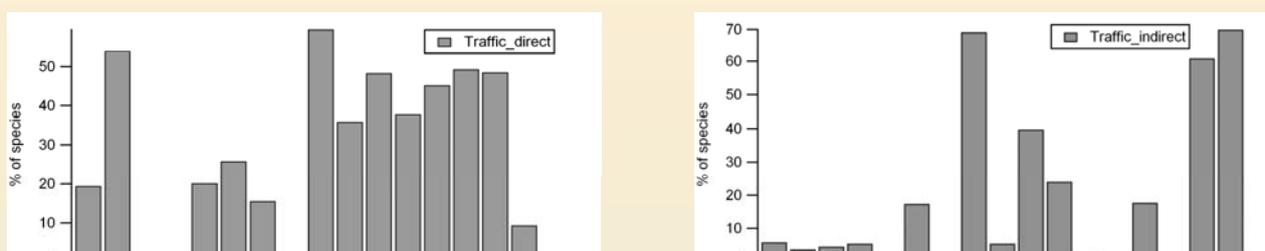
Perspectives

Modèles statistiques



Positive Matrix Factorization (PMF)

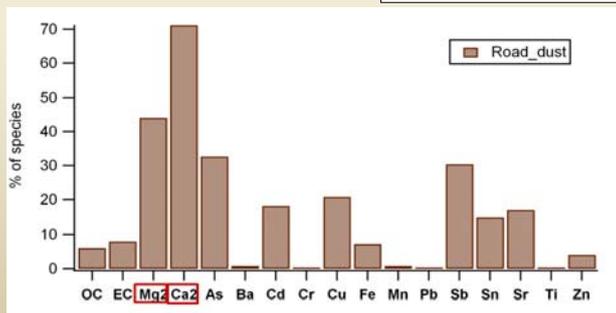
➤ **Profils de sources incluant uniquement les métaux**



3 profils « Trafic » distincts mis en évidence par le PMF

Echappement (combustion) : Corrélié avec EC

Hors échappement (hors combustion) : freins, pneus....
Pas corrélé avec EC, mais pics aux heures de pointe.



Hors échappement
(resuspension, usure de la chaussée)

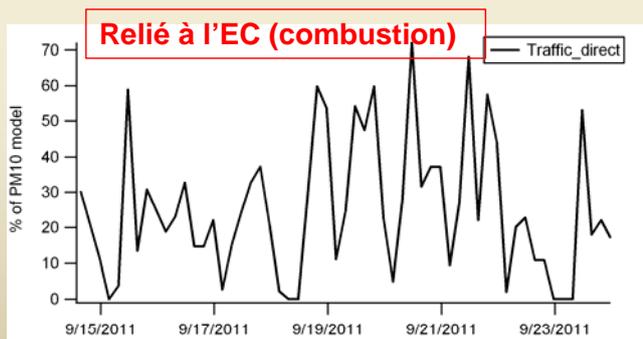
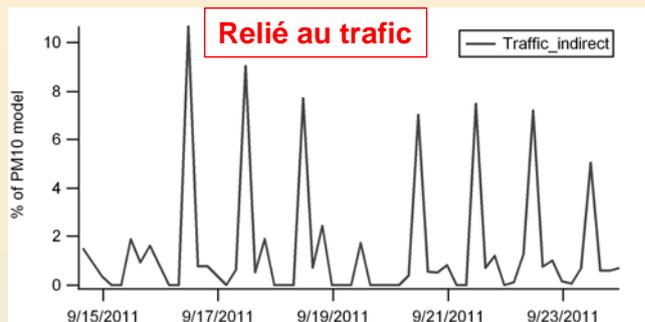
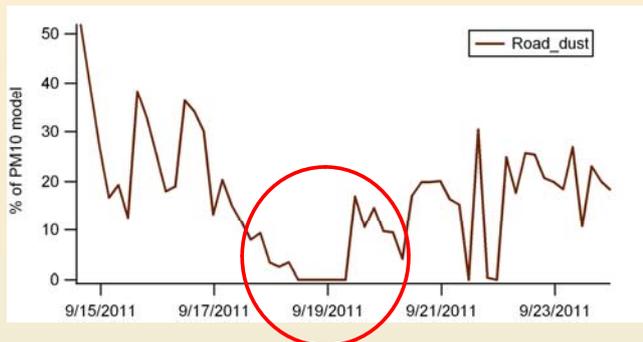
Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives



Positive Matrix Factorization (PMF)



- Trafic direct: jusqu'à 70% des PM10
- Poussière de la route : jusqu'à 50% des PM10
- Trafic indirect (hors échappement): jusqu'à 10% des PM10

Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

21



Conclusions

- Résultats intéressants que ce soient pour les gaz ou les particules
- Complémentarité d'informations avec les deux techniques (distributions en tailles)
- Détermination de différentes sources trafic avec le PMF (à l'échappement, hors échappement, poussières de routes/remise en suspension)

A approfondir:

- PMF: ajouter les organiques afin de confirmer les premiers résultats
 - Préciser la déconvolution avec les organiques
 - Application à la taille des particules et distribution en nombre et volume
- Liens avec le trafic (différenciation essence/diesel, PL...)
 - Relier les données 4h des filtres avec les données on-line & trafic
- Liens ambiant et modélisation

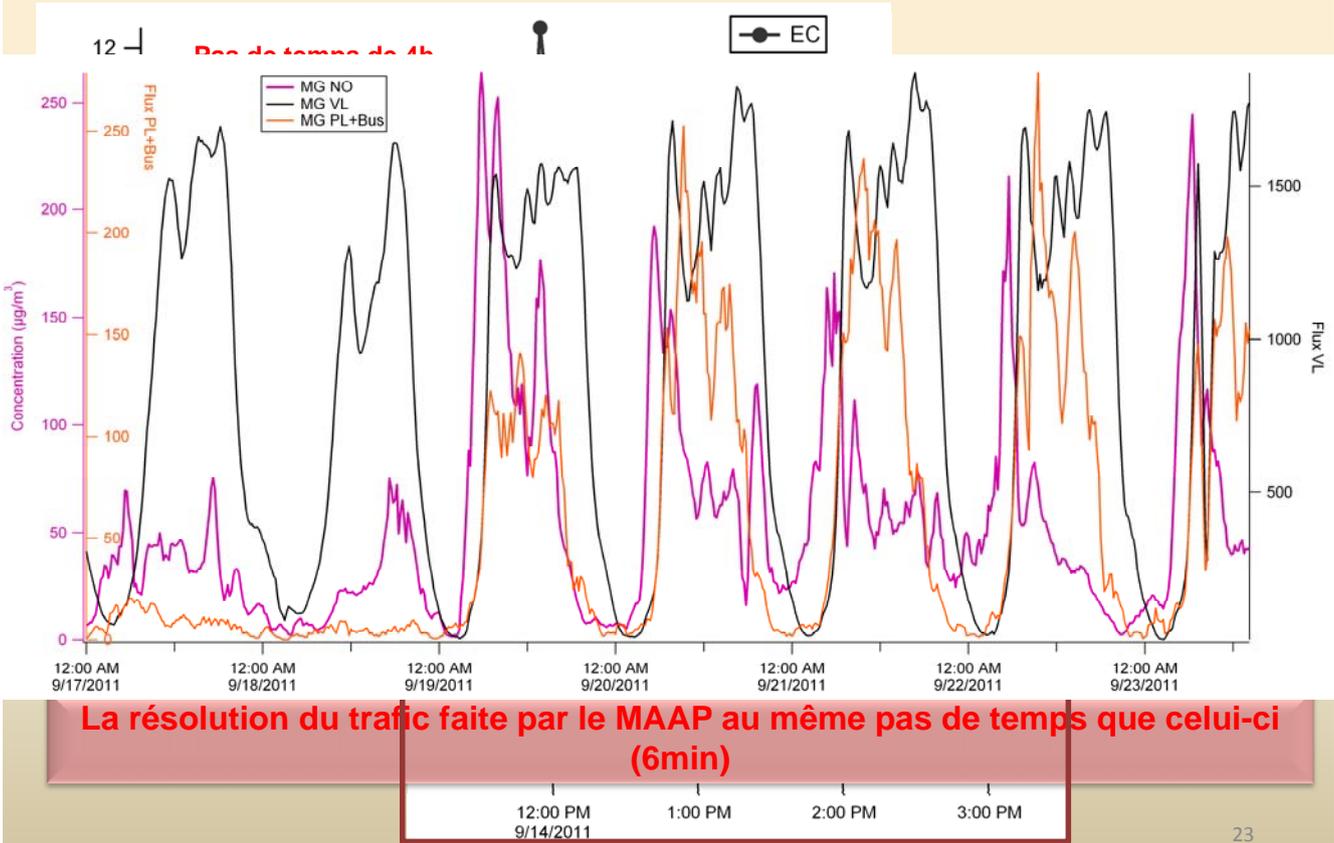
Vue d'ensemble

Résultats

Perspectives

22

Filtres → On-line → Trafic



Merci pour votre attention

Merci également à Air Rhône Alpes (notamment Y. Pellan pour son aide pendant la campagne!), et à toute l'équipe du LGGE-CERMO (en particulier les deux Fanny, et les divers étudiants) qui ont beaucoup contribué à ce travail.

MOCOPo

Tâche 3 : Constructon du fichier de données individuelles

David Guilbert - Cédric Le Bastard

CETE de l'Ouest

7 février 2013

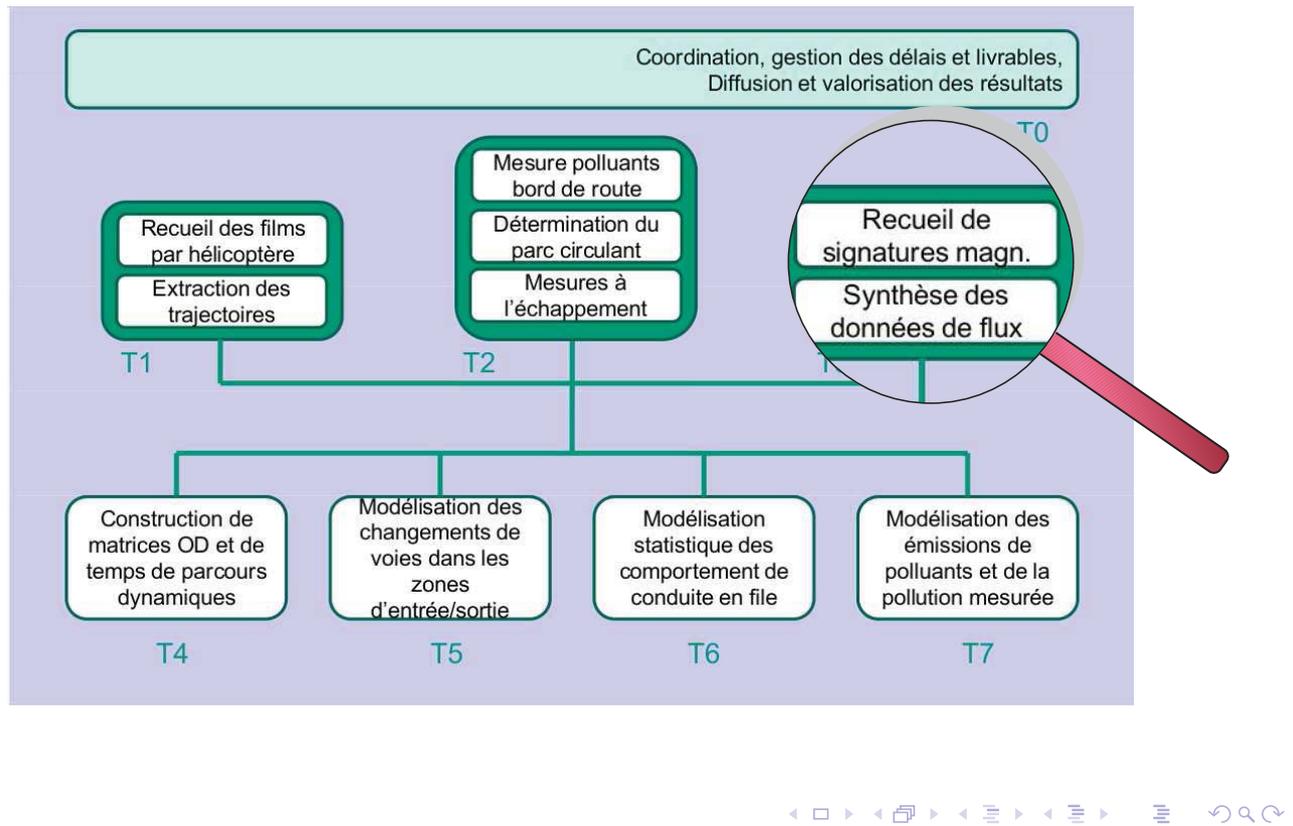


Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Expérimentation
- 3 Conclusions - Perspectives



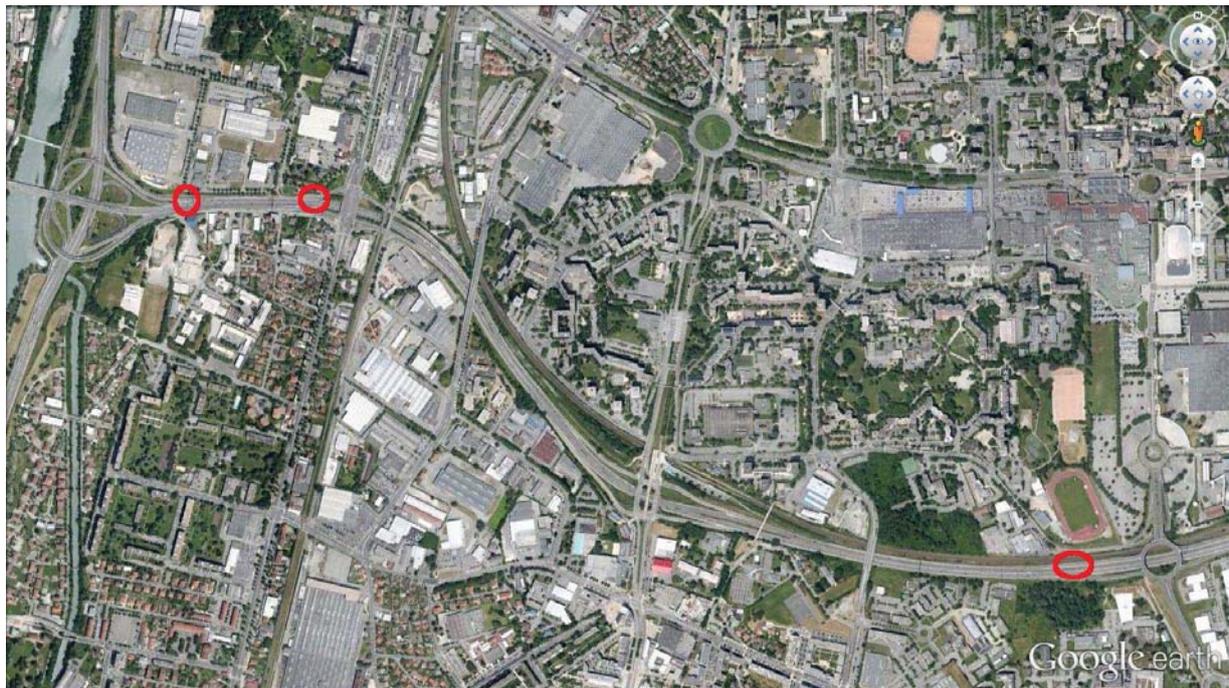
MOCoPo



Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Expérimentation
- 3 Conclusions - Perspectives

Expérimentation



Expérimentation



Capteurs sorties

2 boucles électromagnétiques,
1 magnétomètre "signature"



Capteurs entrées

2 magnétomètres Sensys,
1 magnétomètre "signature"



Expérimentation



Expérimentation

- Acquisition
 - Deux sessions d'une heure : 26 et 27/07/2012
 - 4 caméscopes : 8h d'enregistrement
 - 3 paires de boucle électromagnétique \Rightarrow vitesse
 - 3 paires de magnétomètre Sensys \Rightarrow vitesse
 - 6 magnétomètres "signature"
- Traitement
 - Conception, validation : 6 mois

Première session

Entrée : Détection

Nombre (%)	Réf	Sensys	Signature
VI	429	385 (89,74)	405 (94,41)
VL	1594	1406 (88,21)	1336 (83,81)
VR	879	583 (66,33)	695 (79,07)
Total	2902	2374 (81,81)	2436 (83,94)

Sortie : Détection

Nombre (%)	Réf	Boucle	Signature
D	1259	1229 (97,62)	609 (48,37)
M	1122	1096 (97,68)	587 (52,32)
G	520	505 (97,12)	299 (57,5)
Total	2901	2830 (97,52)	1495 (51,52)

Première session

Entrée : Fausse détection

Nombre (%)	Sensys	Signature
VI	8 (1,86)	2 (0,47)
VL	4 (0,25)	2 (0,13)
VR	3 (0,34)	2 (0,23)
Total	15 (0,52)	6 (0,21)

Fausse détection

Détecte un véhicule fantôme

Première session

Véhicules communs

En entrée
Sensys - Signature

VI	371
VL	1207
VR	492
Total	2070

En sortie
Boucle - Signature

D	596
G	294
M	585
Total	1475

Première session

Référence : Origine - Destination

Nombre	D	G	M	?	Total
VI	117	98	214		429
VL	1017	27	550		1594
VR	125	395	358	1	879
Total	1259	520	1122	1	2902

Signature : Origine - Destination

Nombre	D	G	M	Total
VI	58	60	114	232
VL	394	9	249	652
VR	40	184	152	376
Total	492	253	515	1260



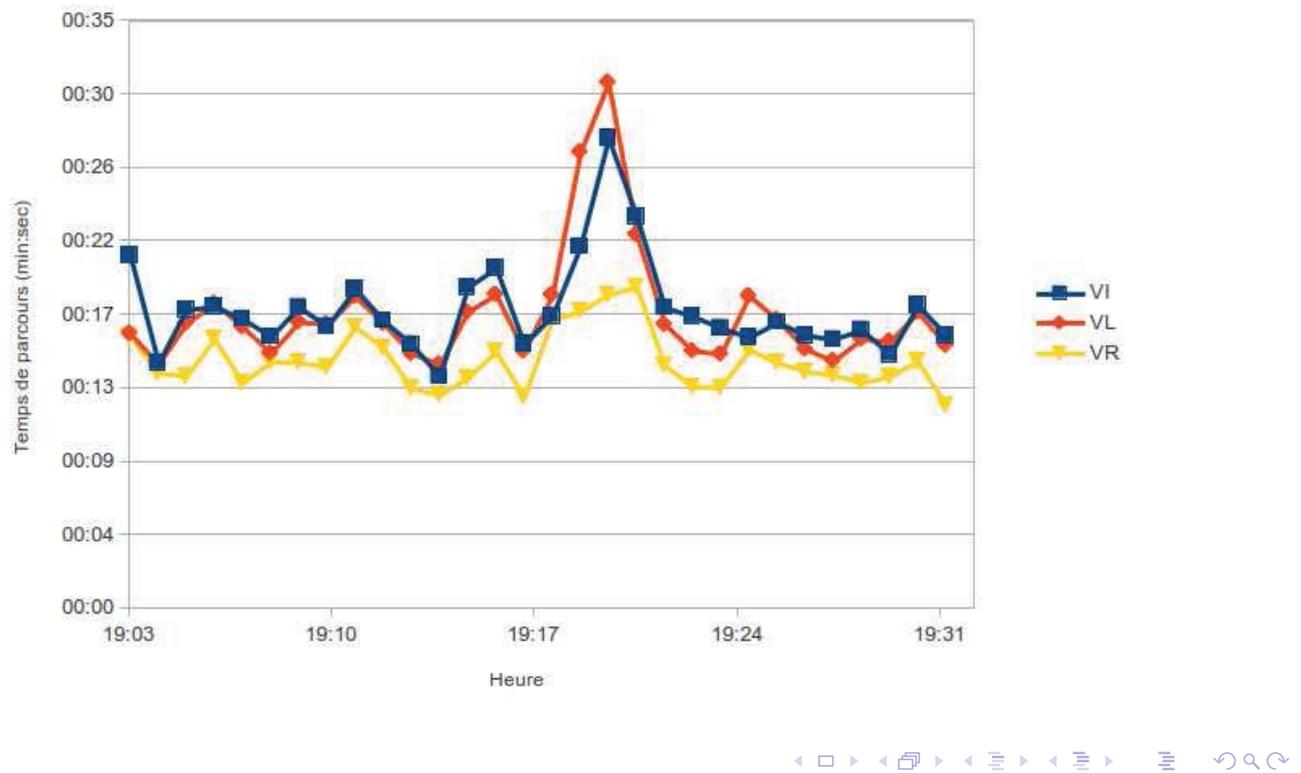
Première session

Signature avec vitesse : Origine - Destination

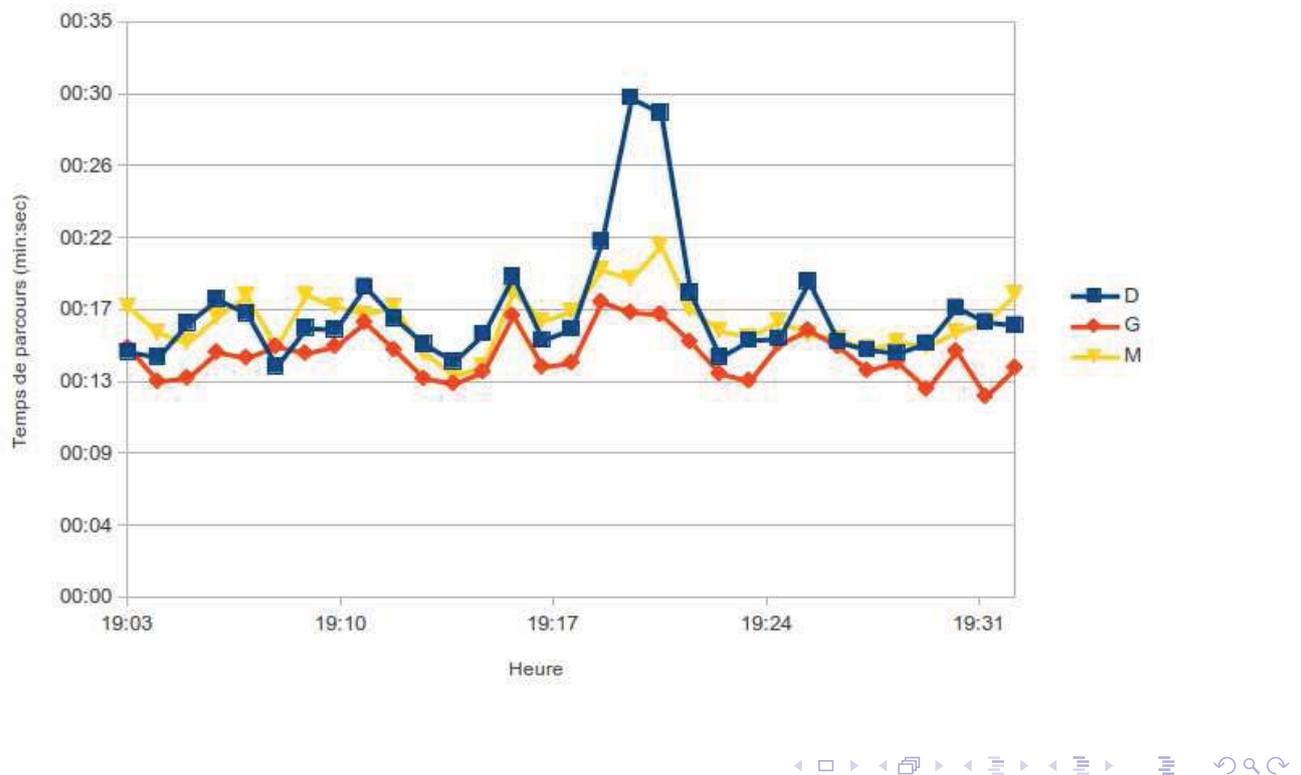
Nombre	D	G	M	Total
VI	52	53	102	207
VL	340	8	229	577
VR	31	124	114	269
Total	423	185	445	1053



Première session



Première session



Deuxième session

Entrée : Détection

Nombre (%)	Réf	Sensys	Signature
VI	476	379 (79,62)	420 (88,24)
VL	1602	1412 (88,14)	1027 (64,11)
VR	785	554 (70,57)	590 (75,16)
Total	2863	2345 (81,91)	2037 (71,15)

Sortie : Détection

Nombre (%)	Réf	Boucle	Signature
D	1370	1340 (97,81)	1045 (76,28)
M	1004	979 (97,51)	869 (86,55)
G	489	474 (96,93)	442 (90,39)
Total	2863	2793 (97,56)	2356 (82,29)



Deuxième session

Entrée : Fausse détection

Nombre (%)	Sensys	Signature
VI	21 (4,41)	8 (1,68)
VL	16 (1)	4 (0,25)
VR	15 (1,91)	6 (0,76)
Total	52 (1,82)	18 (0,63)

Sortie : Fausse détection

Nombre (%)	Boucle	Signature
D	17 (1,24)	9 (0,66)
M	21 (2,09)	17 (1,69)
G	8 (1,64)	8 (1,64)
Total	46 (1,61)	34 (1,19)



Deuxième session

Véhicules communs

En entrée
Sensys - Signature

VI	341
VL	929
VR	419
Total	1689

En sortie
Boucle - Signature

D	1032
G	436
M	859
Total	2327

Deuxième session

Origine - Destination

Nombre	D	G	M	Total
VI	151	114	211	476
VL	1086	26	490	1602
VR	133	349	303	785
Total	1370	489	1004	2863

Signature : Origine - Destination

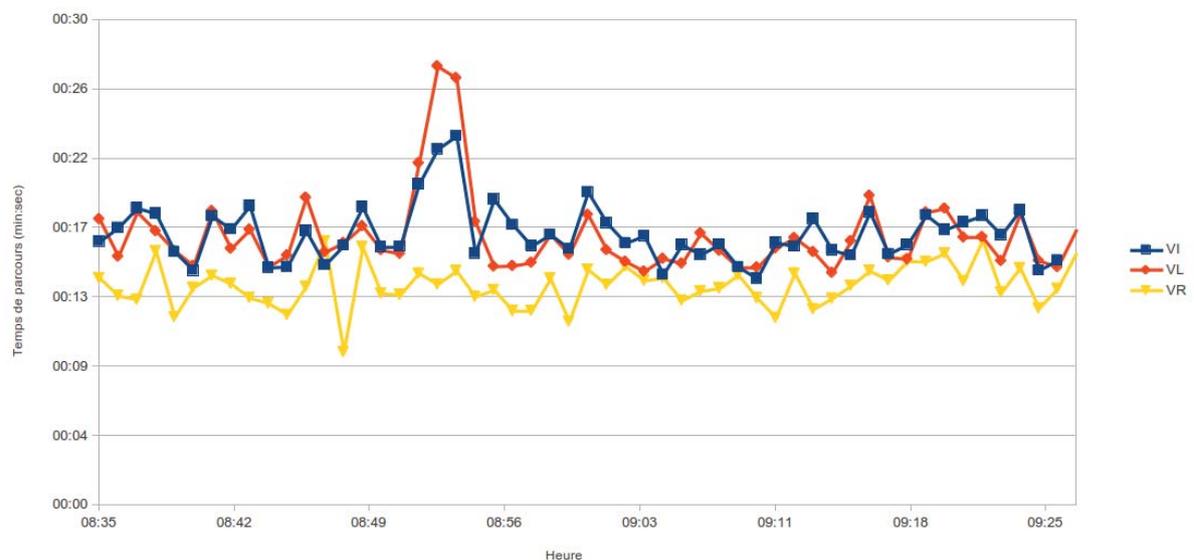
Nombre	D	G	M	Total
VI	109	96	172	377
VL	567	11	287	865
VR	53	259	167	479
Total	729	366	626	1721

Deuxième session

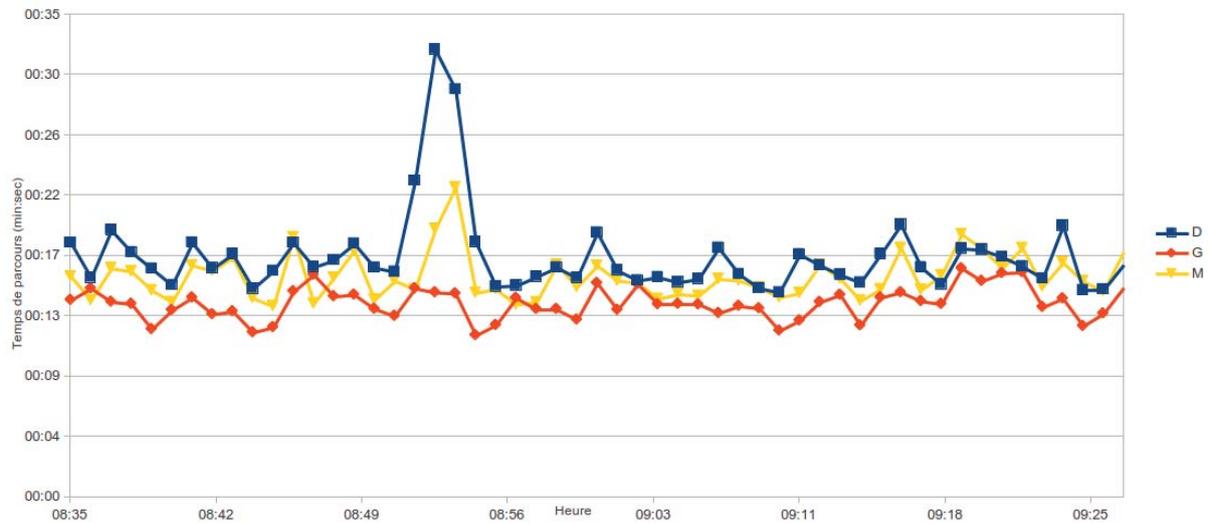
Signature avec vitesse : Origine - Destination

Nombre	D	G	M	Total
VI	91	83	132	306
VL	512	7	259	778
VR	38	191	110	339
Total	641	281	501	1423

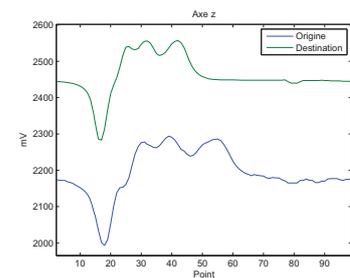
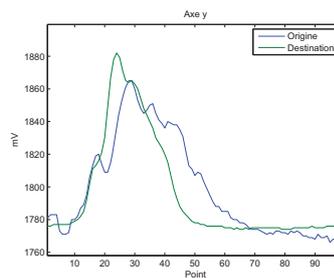
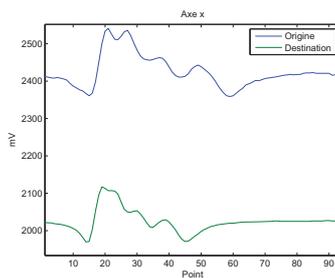
Deuxième session



Deuxième session



Le signal

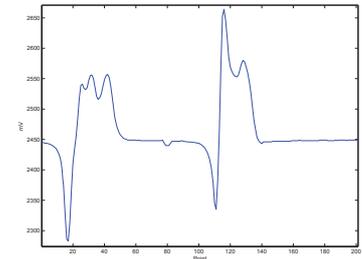
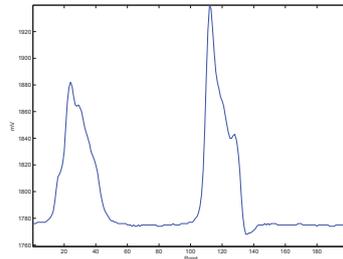
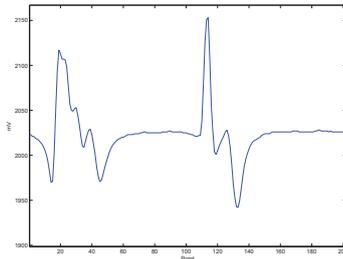


Déformation de la signature

- Vitesse
- Position latérale
- Variabilité
- Température
- ...



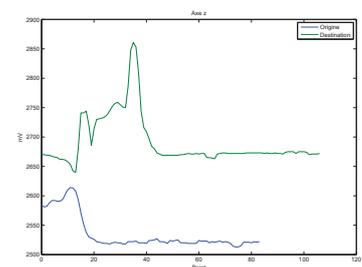
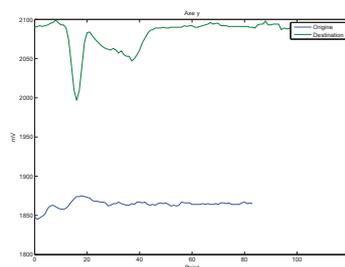
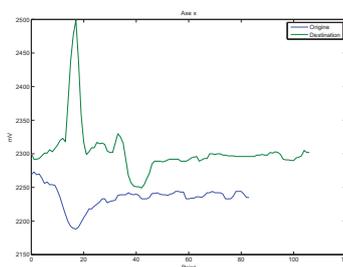
Le signal



Problème de détection

- 2 signatures
- Longueur des signatures
- ...

Le signal



Problème de détection

- Signature tronquée
- Longueur des signatures
- ...

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Expérimentation
- 3 Conclusions - Perspectives

Conclusions - Perspectives

Conclusions

- Base de données constituées :
 - Signatures magnétomètres
 - Temps de passage
 - Vitesse
 - Vidéo
- Statistiques :
 - 2981 signatures communes
 - 2476 signatures communes avec vitesse
- Problèmes :
 - Température
 - Congestion

Conclusions - Perspectives

Perspectives

- Expérimentations :
 - Trajet long : Alpexpo-Rondeau
 - Congestion
- Analyses :
 - Caractérisation des signatures
 - Identification des paires de véhicule
 - Temps de parcours
 - Matrice Origine - Destination

Data collection and processing for dynamic travel-time forecasting

February 7, 2013 – ENTPE, Lyon

Annual Meeting

Fabio Morbidi



gipsa-lab



<http://necs.inrialpes.fr>

Outline

Measure

- Data collection system [Task 3.2]
- Data analysis [Task 3.2]

Modeling

- TT forecasting: preliminary results [Task 4.2, 4.4]
- Open issues and future work

Outline

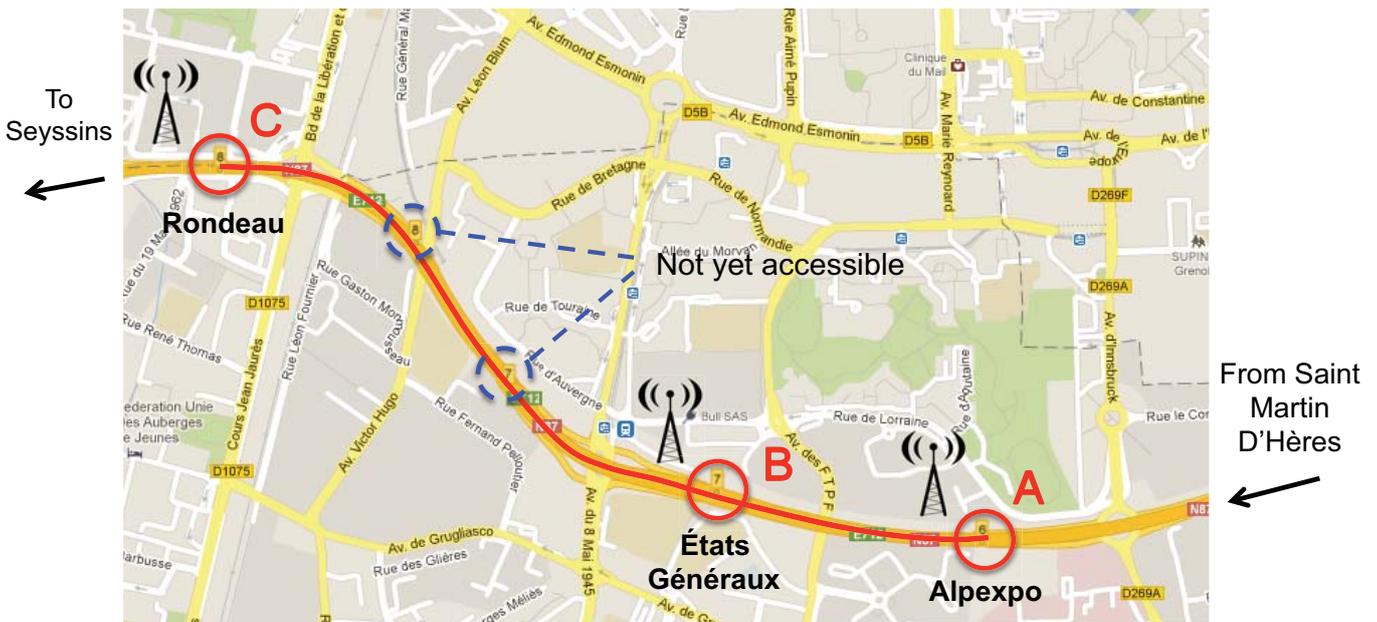
- Data collection system [Task 3.2]
- Data analysis [Task 3.2]
- TT forecasting: preliminary results [Task 4.2, 4.4]
- Open issues and future work

Tâche 3: "Construction d'un fichier de données individuelles et collectives de trafic"

- Tâche 3.2: "Données moyennes de trafic"

P / 3

Case study: western portion of Grenoble Rocade Sud

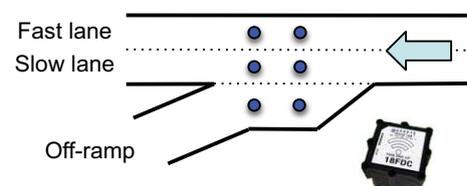


Source: Google maps

Total length: 2.2 km

- From **A** to **B**: 0.8 km
- From **B** to **C**: 1.4 km

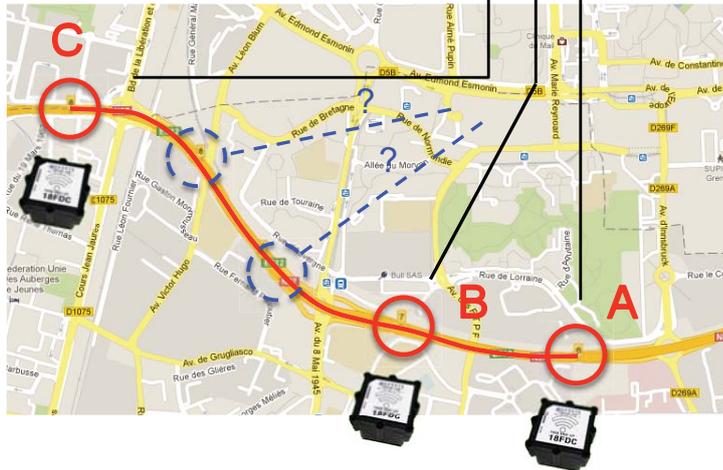
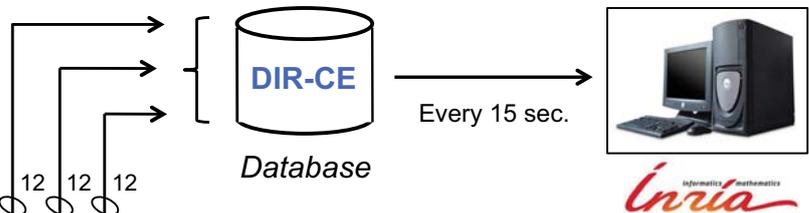
Disposition of *Sensys* magnetometers at an off-ramp:



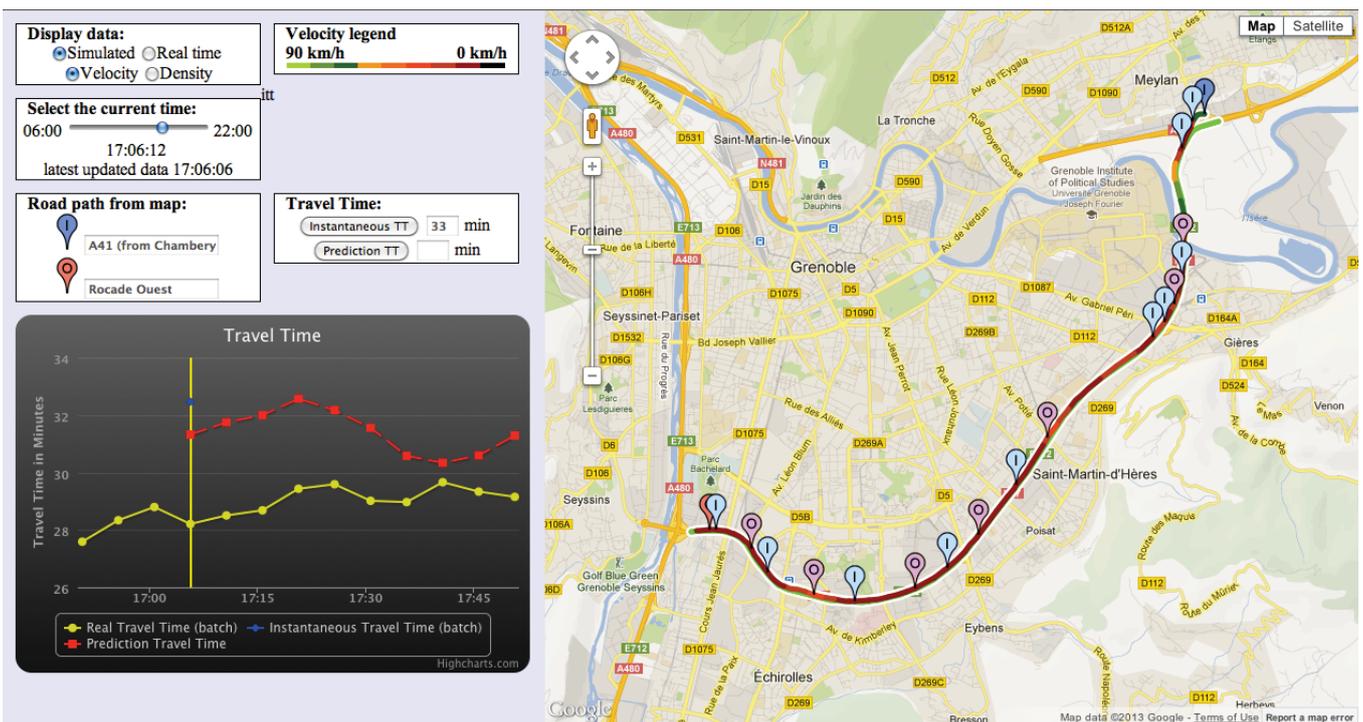
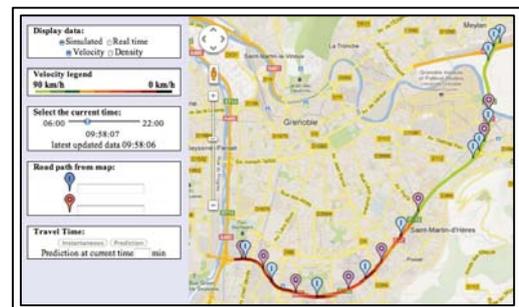
Data acquisition :

1. Time stamp (every 15 sec.)
 2. Vehicle flow φ [veh/h]
 3. Vehicle occupancy [%]
 4. Vehicle mean velocity [km/h]
- for fast/slow lanes, on/off-ramps

Platform and data collection



Demo of the web interface
(based on Google/maps/traffic):



Outline

- Data collection system [Task 3.2]
- Data analysis [Task 3.2]
- TT forecasting: preliminary results [Task 4.2, 4.4]
- Other issues and future work

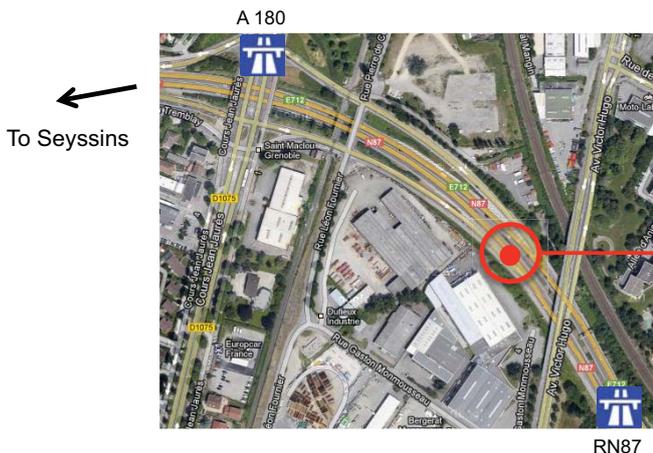
Tâche 3: “Construction d’un fichier de données individuelles et collectives de trafic”

- Tâche 3.2: “Données moyennes de trafic”

P/7

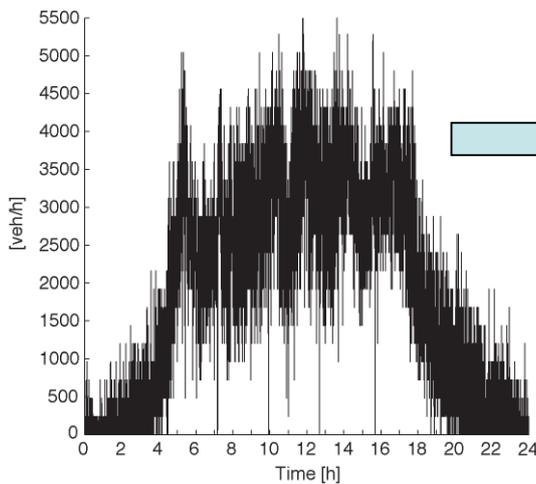
Main features of our dataset

- **63 days** of data, ~230 MB, from Oct. 10, 2012 to Jan. 20, 2013 (not continuous)
- About 9 datasets per weekday, > 90% of data integrity
- 24h time window: one datum every **15 sec.** vs **6 min.** from the electromagnetic loops used in the measurement campaign of Fall 2011
- 2nd half of Dec. 2012: service disruption
- The other two collection points are expected to be operative soon



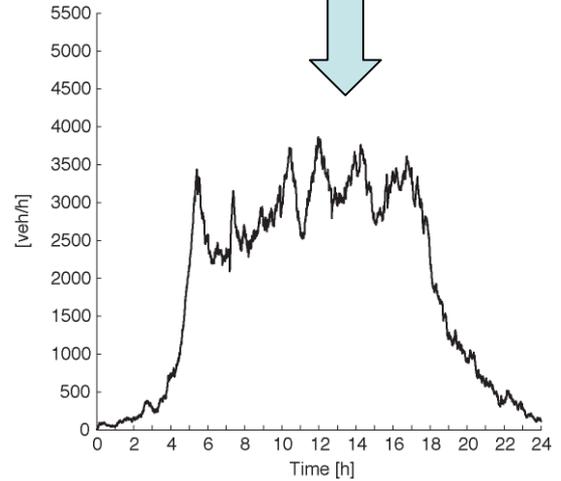
RN87





Raw flow data from DIR-CE

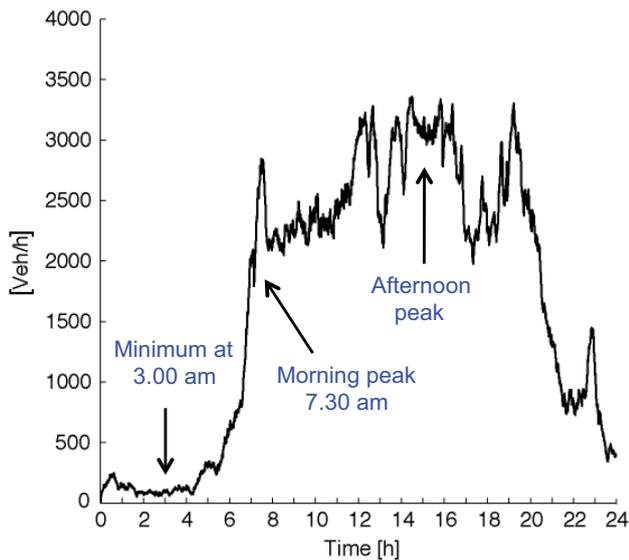
Low-pass Butterworth filter with cutoff frequency 0.01 Hz



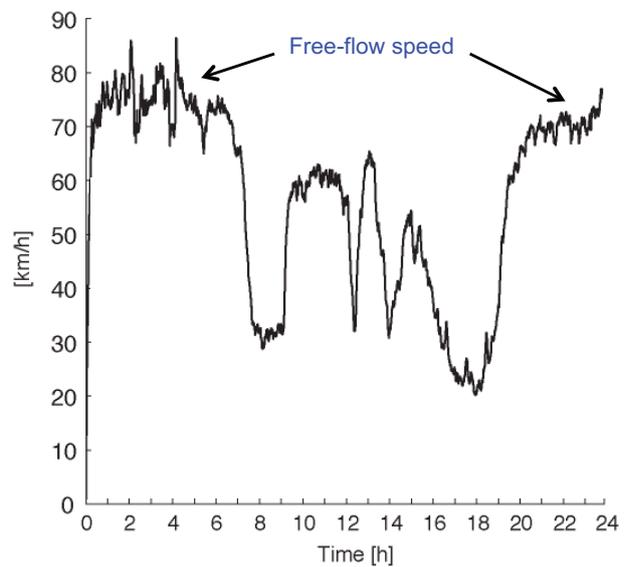
Filtered flow data

A typical working day: Tuesday, 27 Nov. 2012

Flow [veh/h]

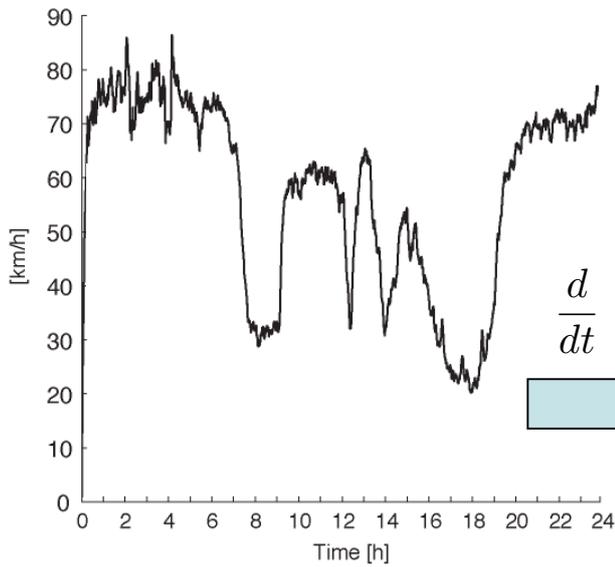


Mean velocity [km/h]

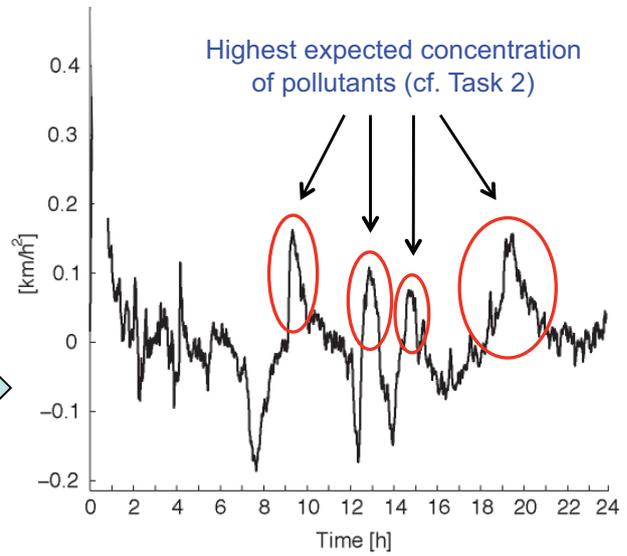


A typical working day: Tuesday, 27 Nov. 2012

Mean velocity [km/h]

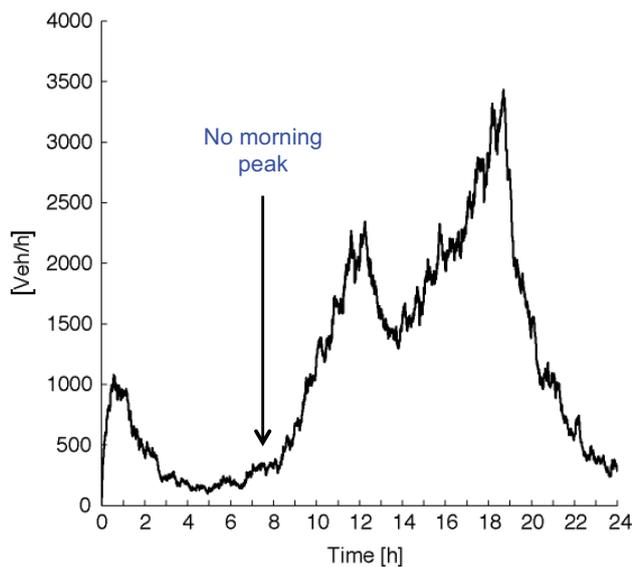


Mean acceleration [km/h²] (re-filtered)

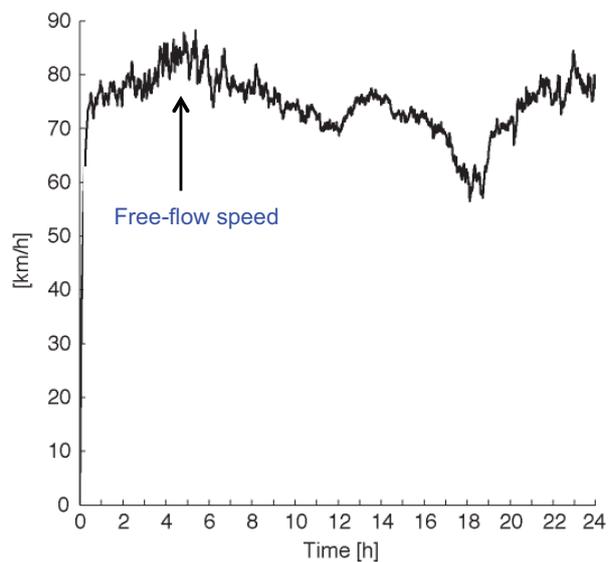


A holiday: Sunday, 25 Nov. 2012

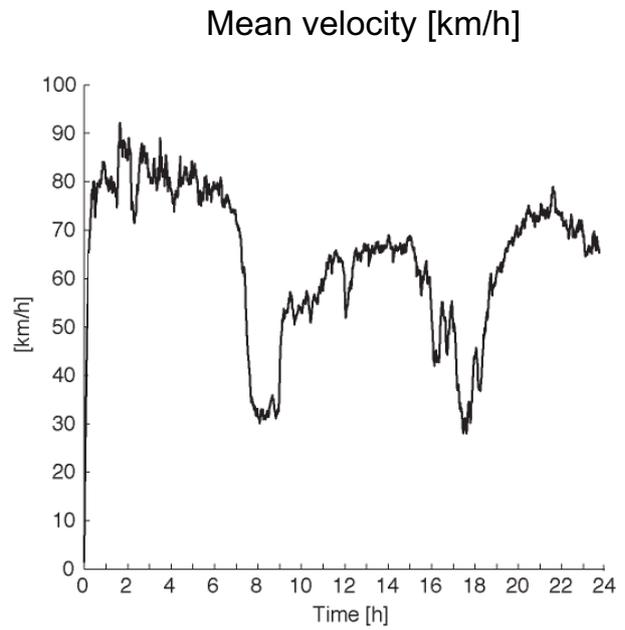
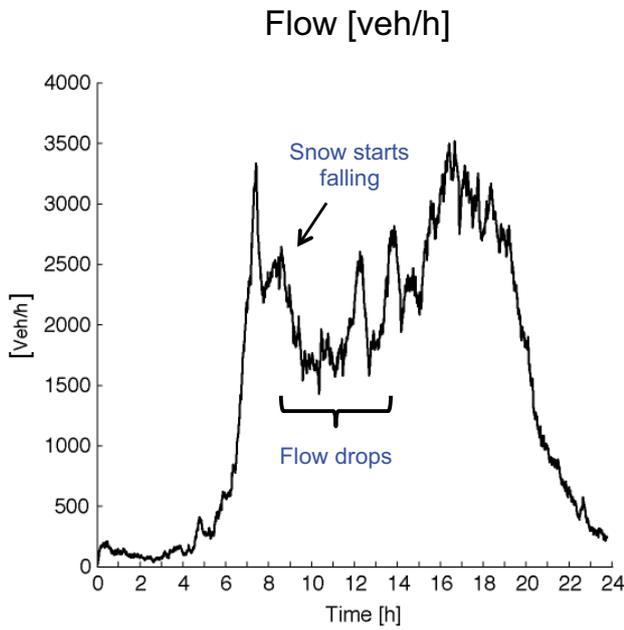
Flow [veh/h]



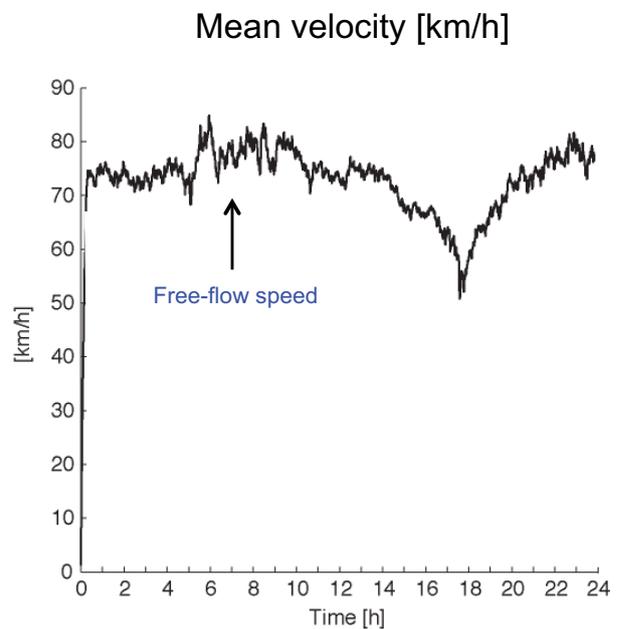
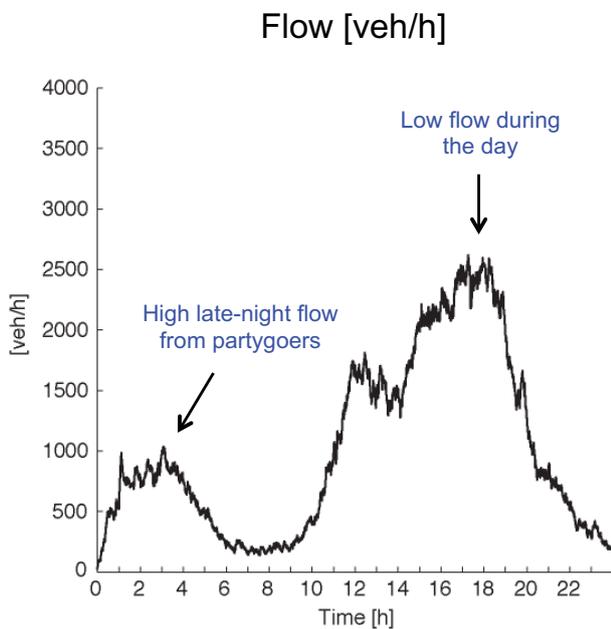
Mean velocity [km/h]



Snow day, Tuesday 15 Jan. 2013



Jour de l'An, 1st Jan. 2013



Outline

- Data collection system (GTL) [Task 3.2]
- Data analysis [Task 3.2]
- TT forecasting: preliminary results [Task 4.2, 4.4]
- Open issues and future work

Tâche 4: Construction de matrices origine destination et **de temps de parcours dynamiques**

- Tâche 4.2: “Détermination par modèle d’une fenêtre temporelle pour la ré-identification aval”
- Tâche 4.4: “Consolidation des données pour obtenir les temps de parcours moyen (TPM)”

P / 15

- **Real (or Experienced) Travel Time (RTT):**

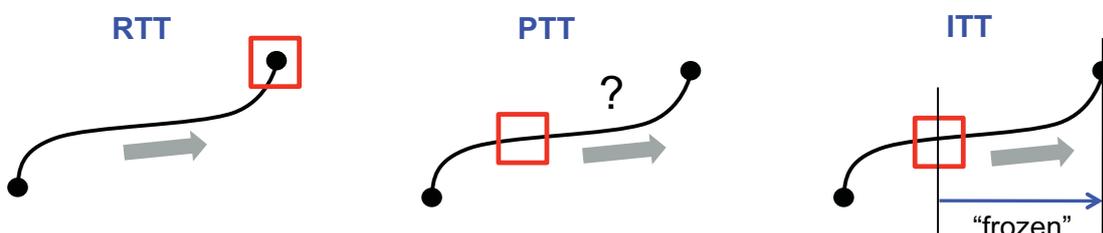
Travel time of the driver that has *just completed* the trip (batch)

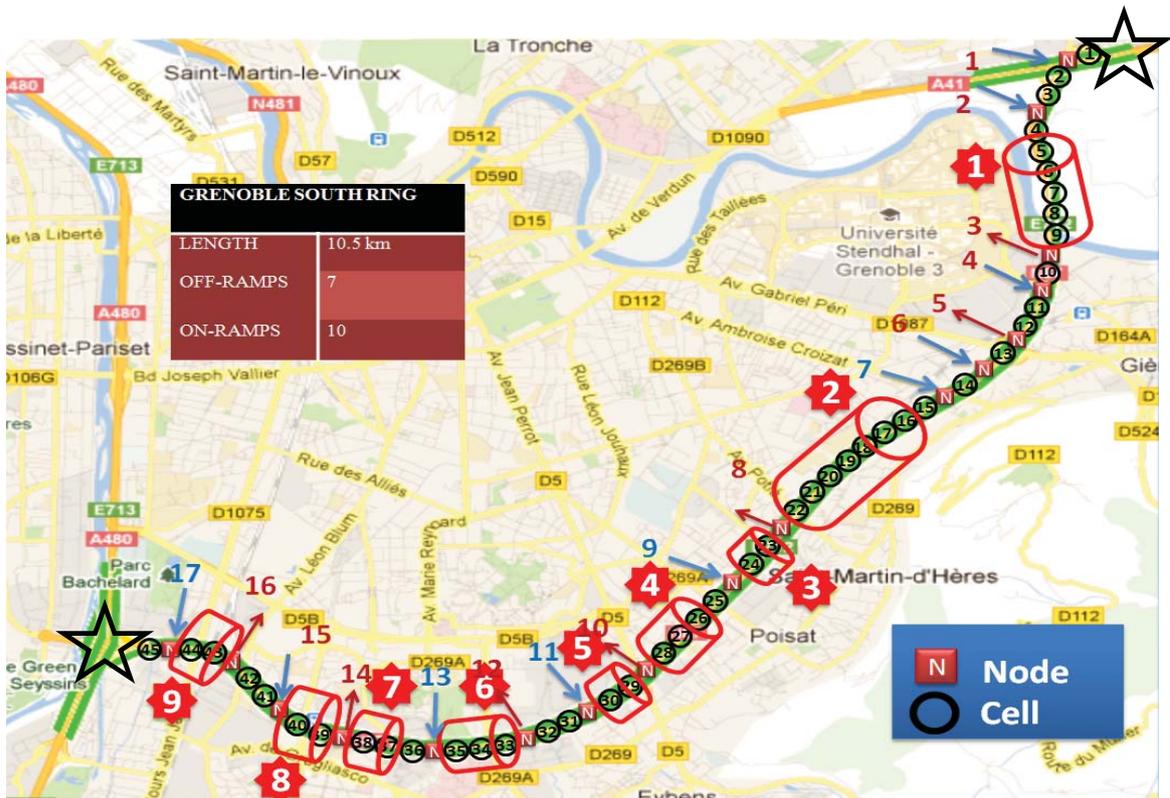
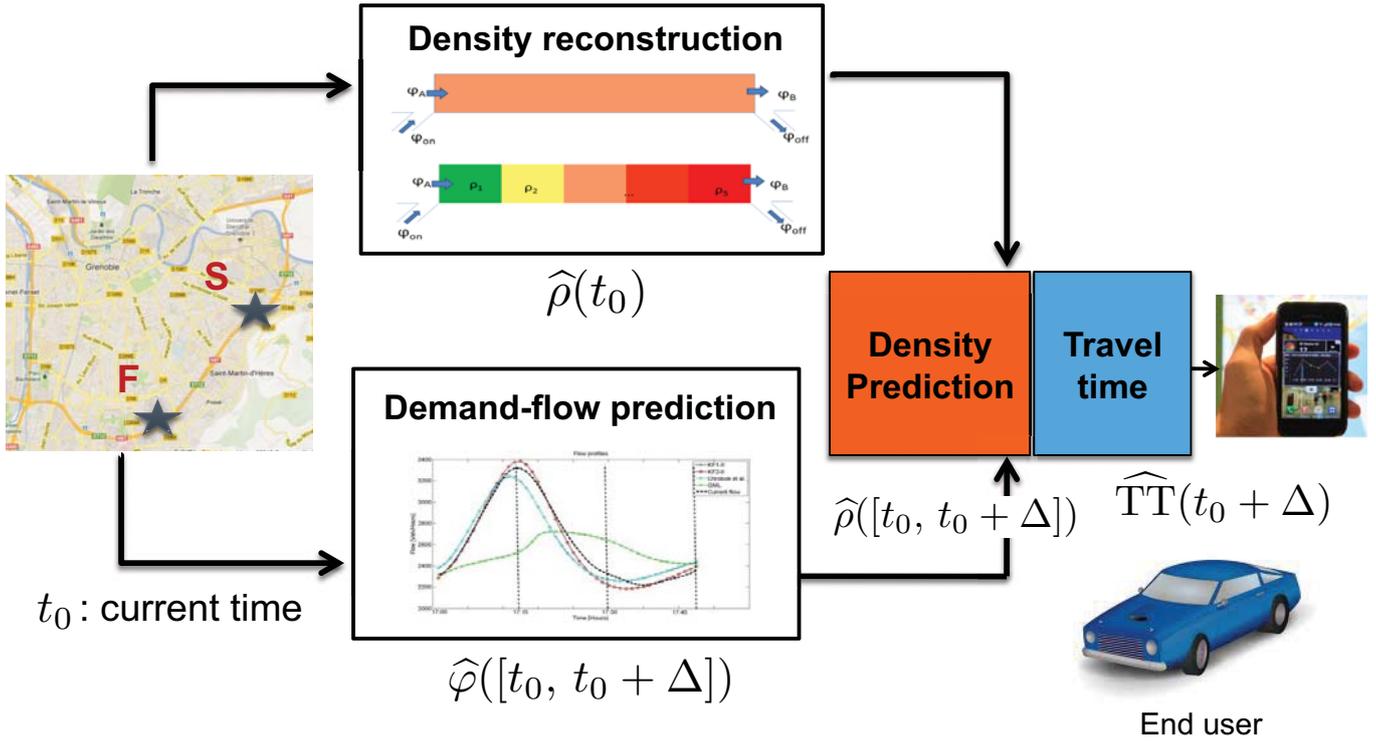
- **Predicted Travel Time (PTT):**

Estimate of the travel time that the driver will experience

- **Instantaneous Travel Time (ITT):**

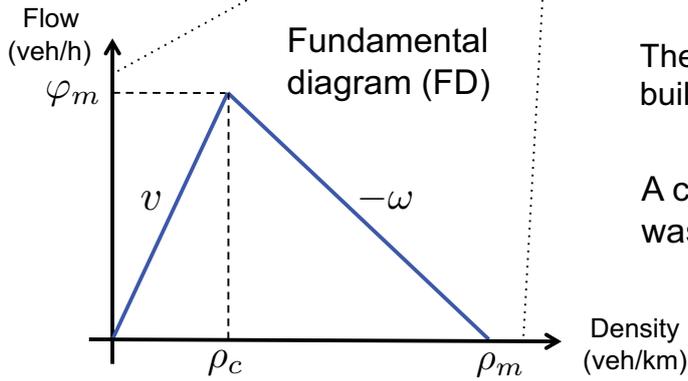
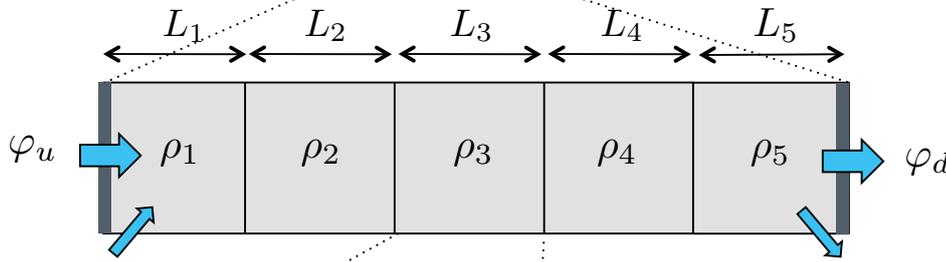
Travel time that would result if the prevailing traffic conditions remain *unchanged* [Ran, Boyce, 94], [Lebacque, 96]: “traffic is frozen” ...





All Rode Sud

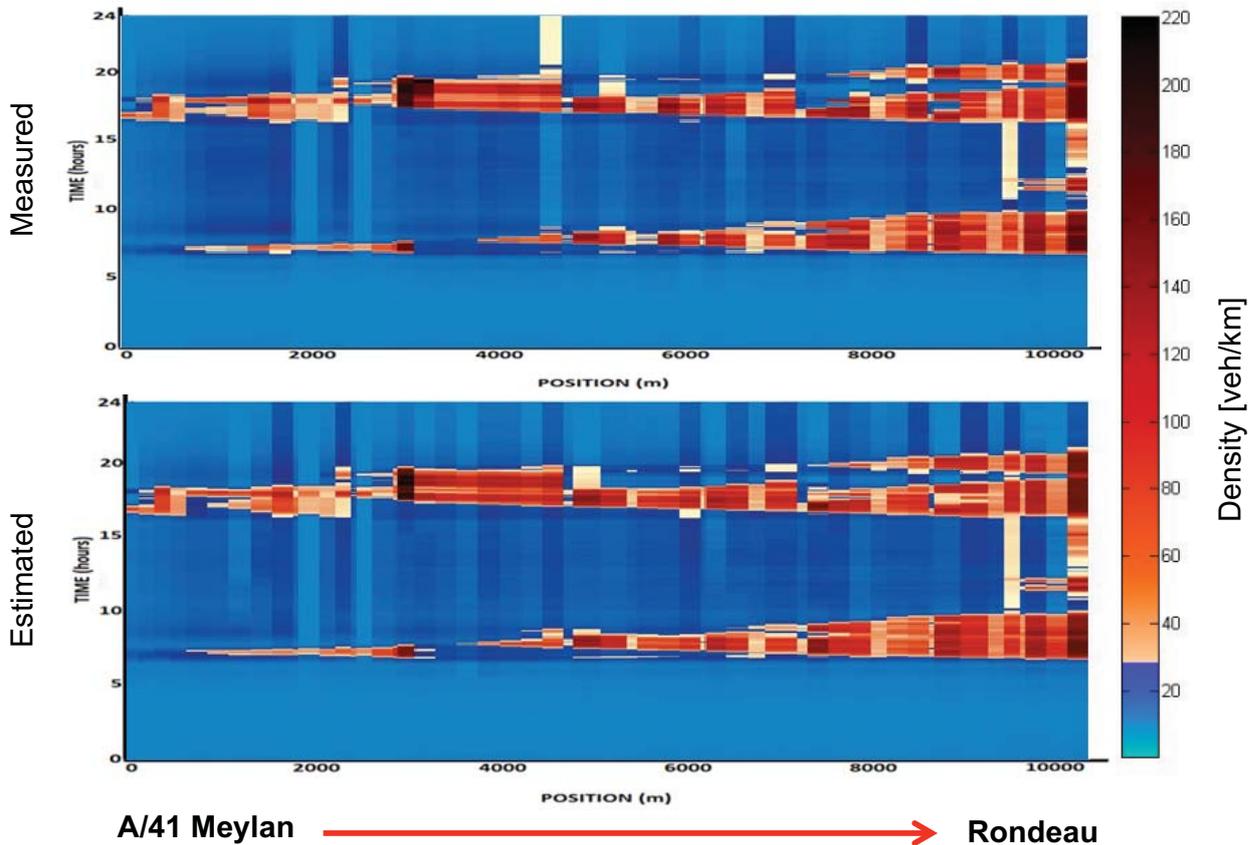
Link	1	2	3	4	5	6	7	8	9
# Cells	5	7	2	3	2	3	2	2	2



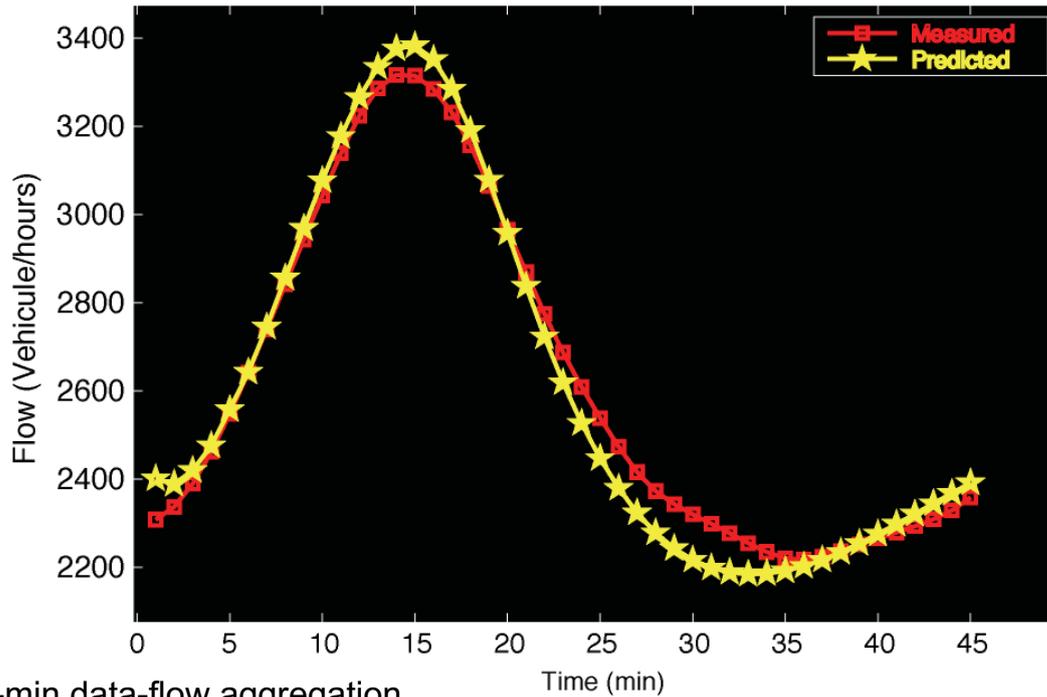
The *Cell Transmission Model* (CTM) is built from the characteristics of the FD

A calibrated AIMSUN micro-simulator was used for the validation

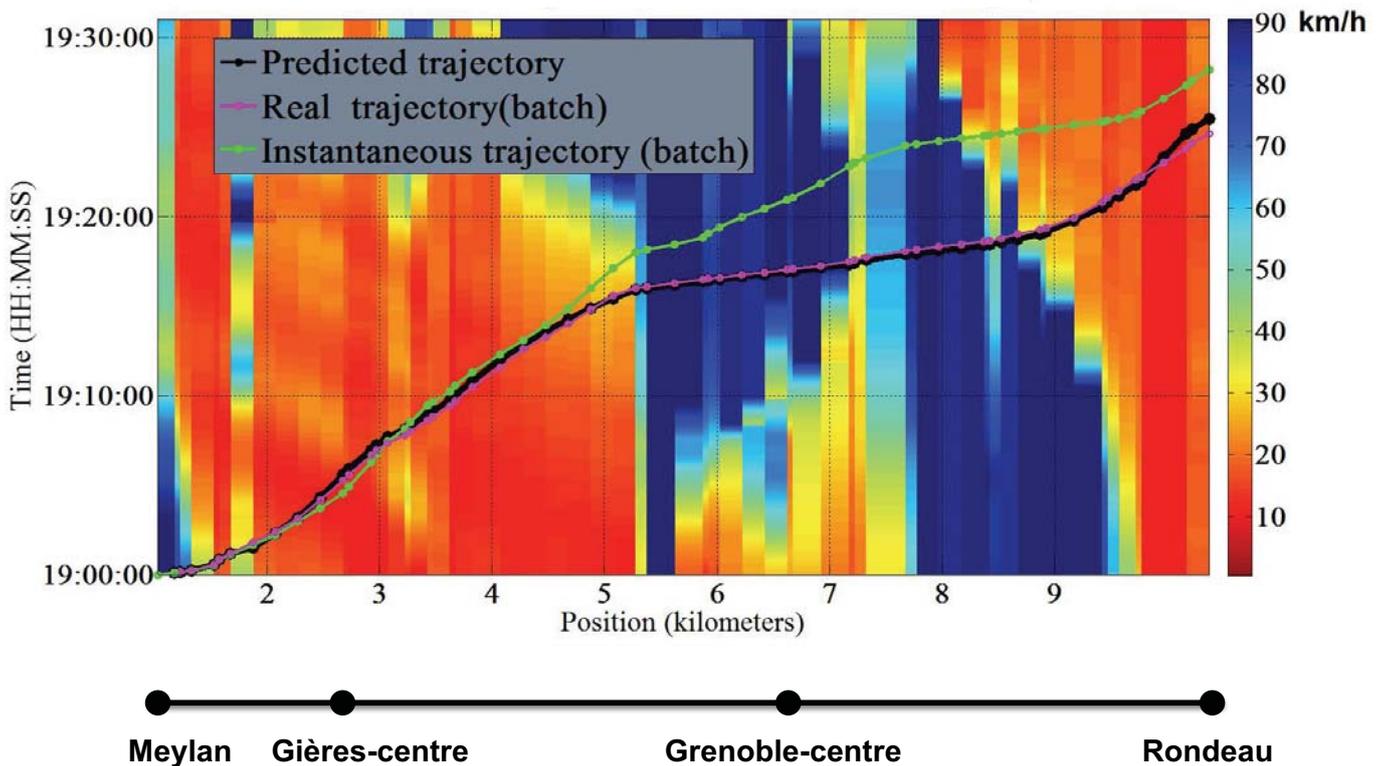
Density reconstruction

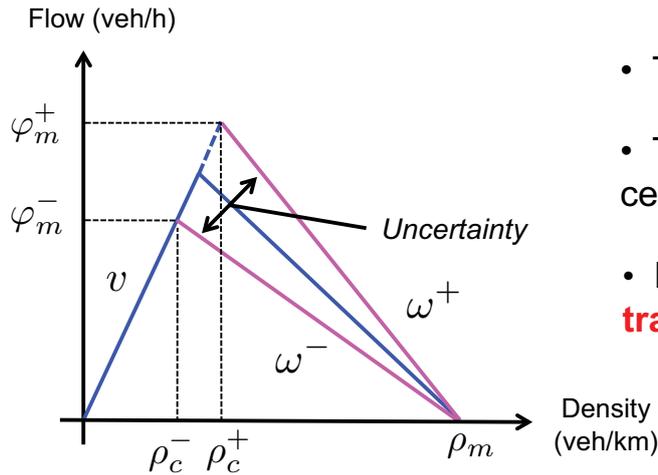
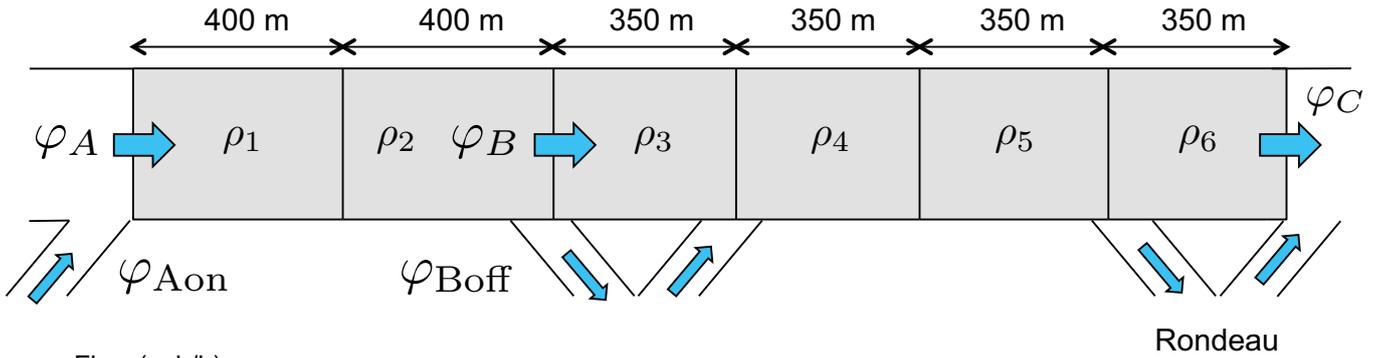


Predition flow at 17:00

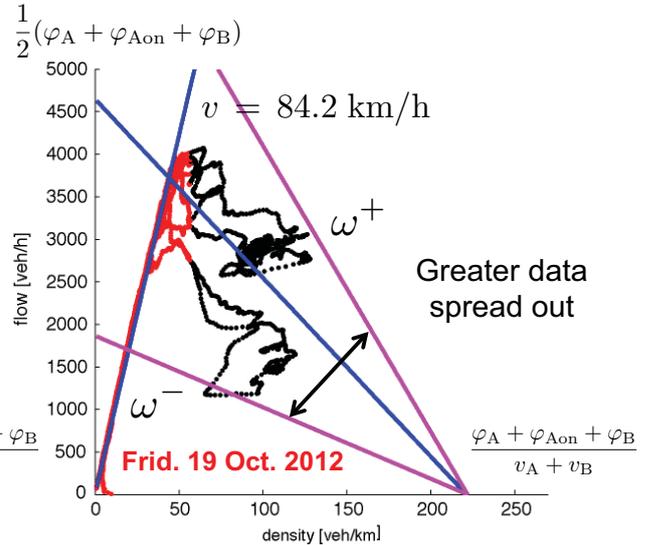
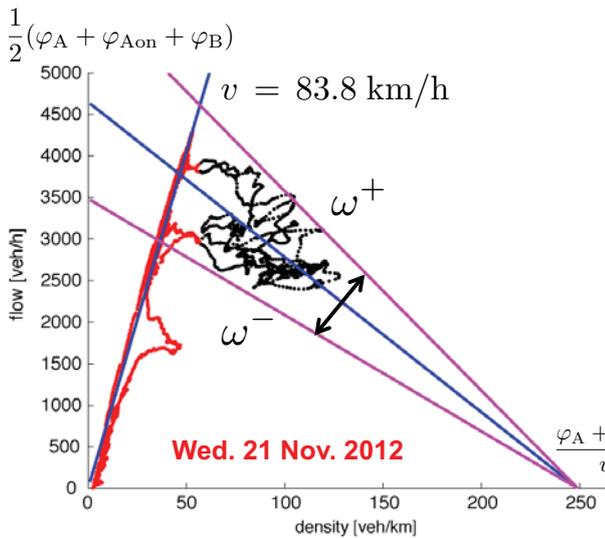
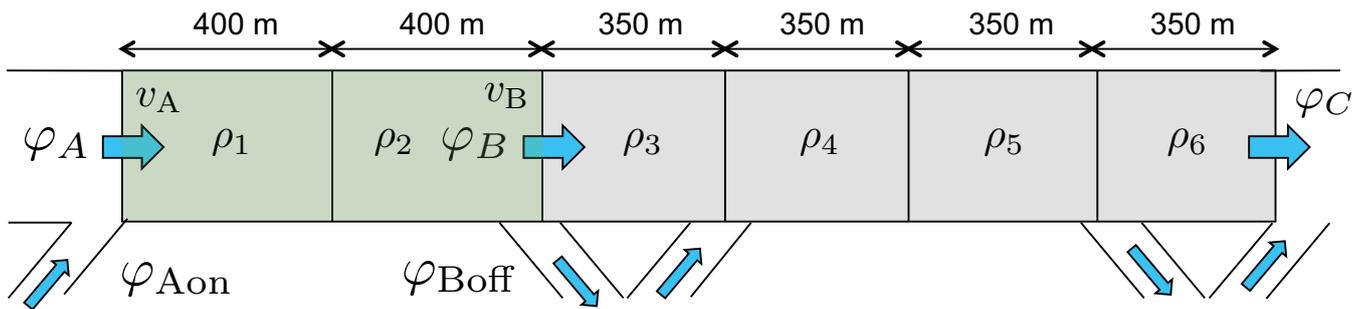


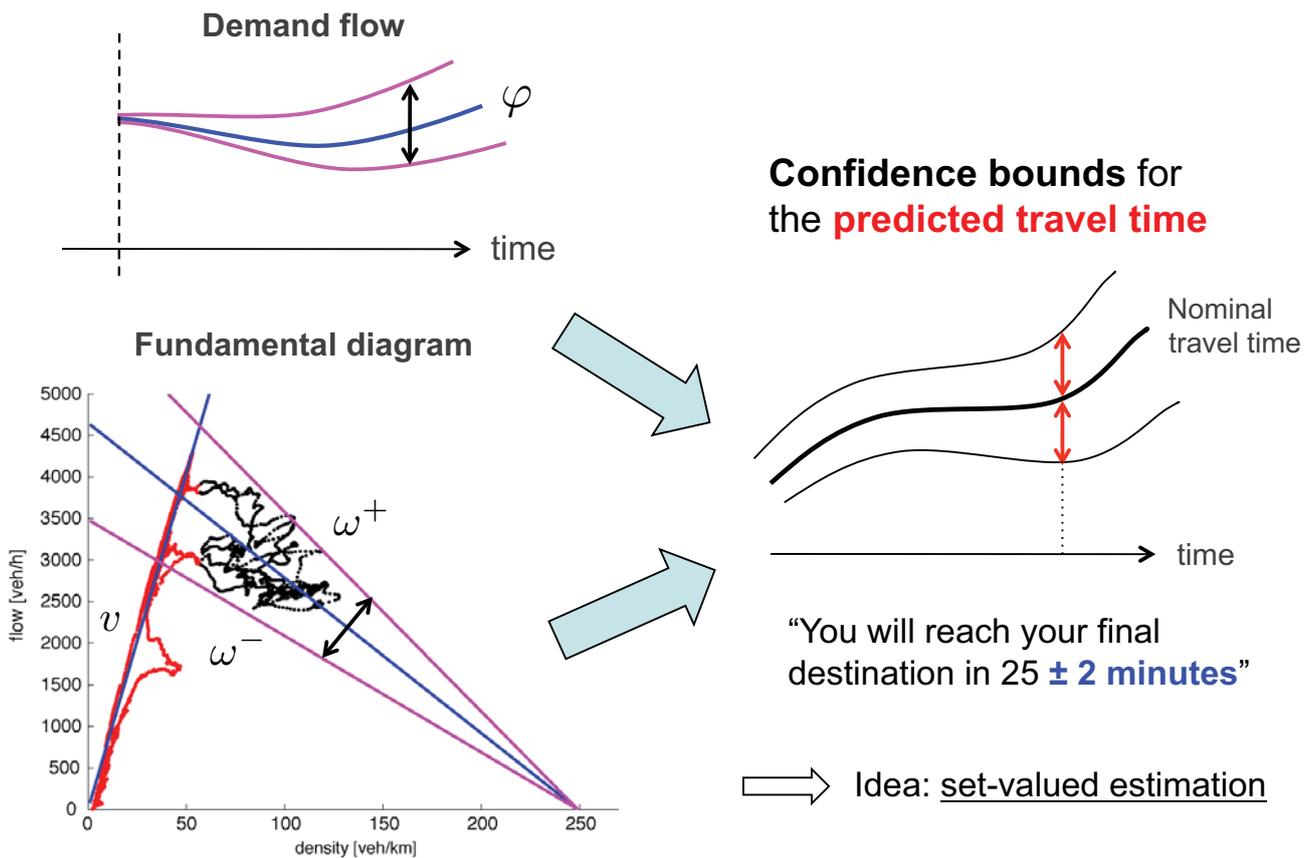
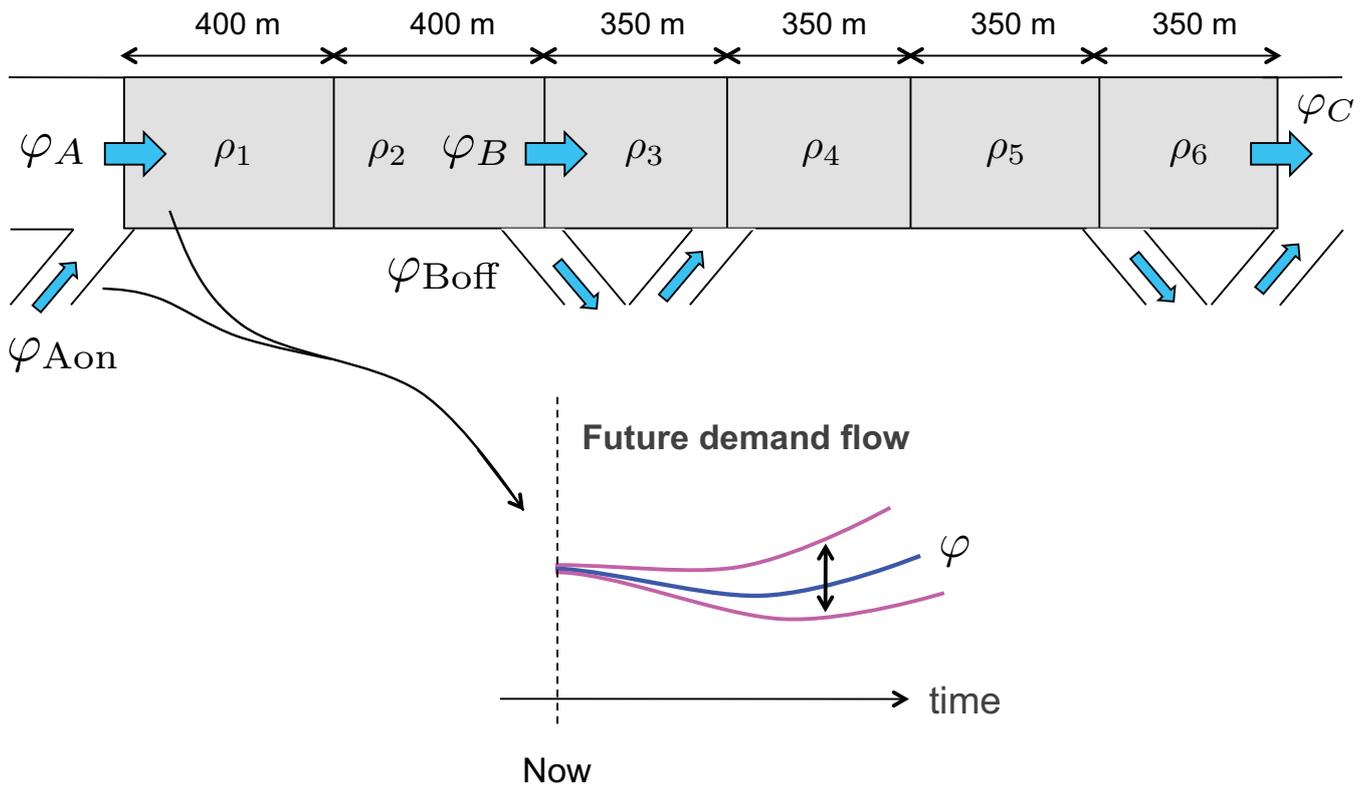
- 1-min data-flow aggregation
- Adaptive Kalman Filter with covariance matrices Q, R estimated over a time window of 45 minutes





- The link is divided into **6 cells**
- The **fundamental diagram** of each cell is identified from the real data
- If the FD is **uncertain**, precise **travel-time forecasting** is challenging





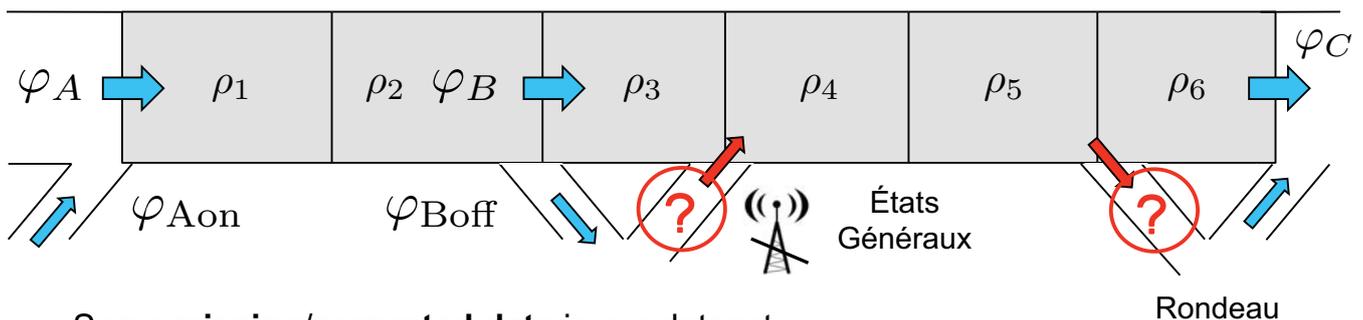
Outline

- Data collection system [Task 3.2]
- Data analysis [Task 3.2]
- TT forecasting: preliminary results [Task 4.2, 4.4]
- Open issues and future work

P / 27

Open issues and future work

- **Missing** inflows and outflows (at États Généraux and Rondeau)



- Some **missing/corrupted data** in our dataset: an effort is necessary in order to automatically *consolidate* it and precisely *synchronize* all samples
- **Sharing** of the recorded data via NeCS web-site:
 - with LRPC for the estimation of ODM (Task 4.5)
 - for improving the pollution models developed in Task 7
- Validation of our results using other field data, e.g. aerial videos (Task 4.6, with CETE of Lyon)



• International conferences:

- “*Graph Constrained-CTM Observer Design for the Grenoble South Ring*”, C. Canudas de Wit, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, in Proc. 13rd IFAC Symp. on Control in Transportation Systems, vol. 13, n. 1, pp. 197-202, 2012
- “*Adaptive Kalman Filtering for Multi-Step ahead Traffic Flow Prediction*”, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, C. Canudas de Wit, in Proc. American Control Conf., 2013, to appear
- “*Online Dynamic Travel Time Prediction using Speed and Flow Measurements*”, L. Leon Ojeda, A.Y. Kibangou, C. Canudas de Wit, subm. to the European Control Conf., 2013

Acknowledgements:



C. Canudas de Wit
(Director)



A.Y. Kibangou



L. Leon Ojeda



I. Bellicot



D. Jacquet
(Karrus ITS)



Premiers résultats
de l'analyse des trajectoires dans les zones de
convergent et d'entrecroisement

Florian MARCZAK
LICIT (IFSTTAR/ENTPE)

Contexte

- ▶ Apparition de la congestion au niveau des **discontinuités** du réseau routier

Convergent autoroutier (Zone 1)

Zone d'entrecroisement (Zone 3)



Littérature abondante mais pas de données pendant les périodes transitoires

Peu de choses réalisées

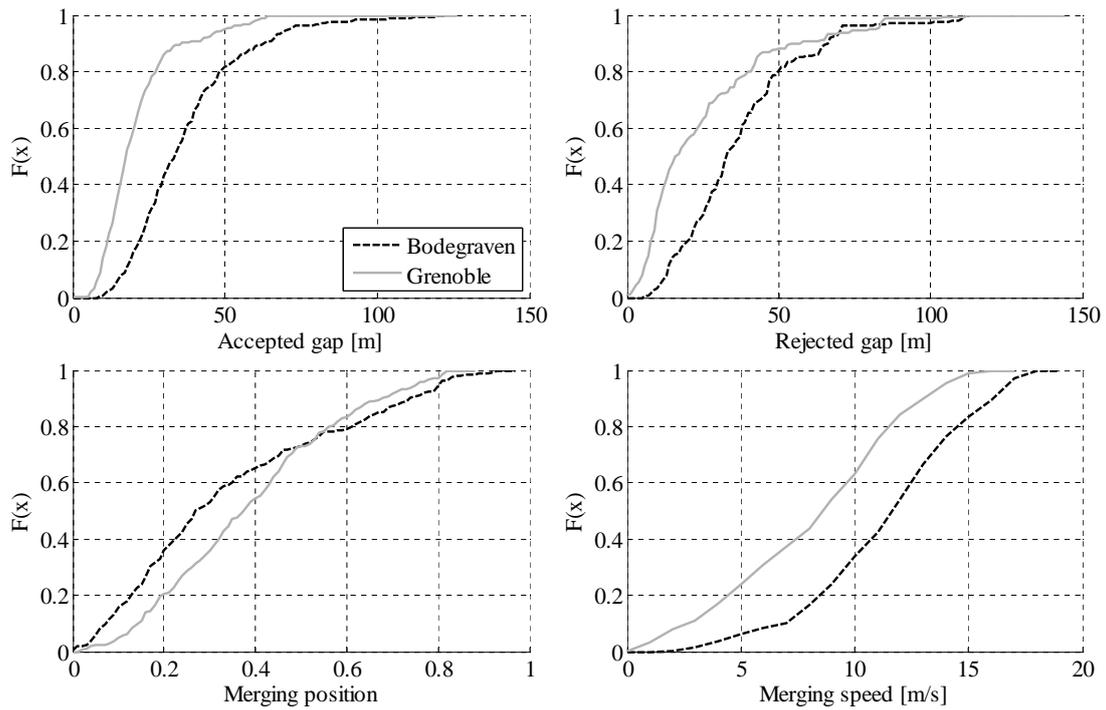
▶ 21

Travaux réalisés sur la zone 1

- ▶ Partenariat avec Winnie Daamen (TU Delft) 
- ▶ Analyse microscopique (à l'échelle du véhicule) des comportements d'insertion pour :
 - ▶ Valider les modèles d'insertion existants
 - ▶ Étudier leurs effets à l'échelle macroscopique
- ▶ Comparaison avec des données mesurées sur un convergent aux Pays-Bas

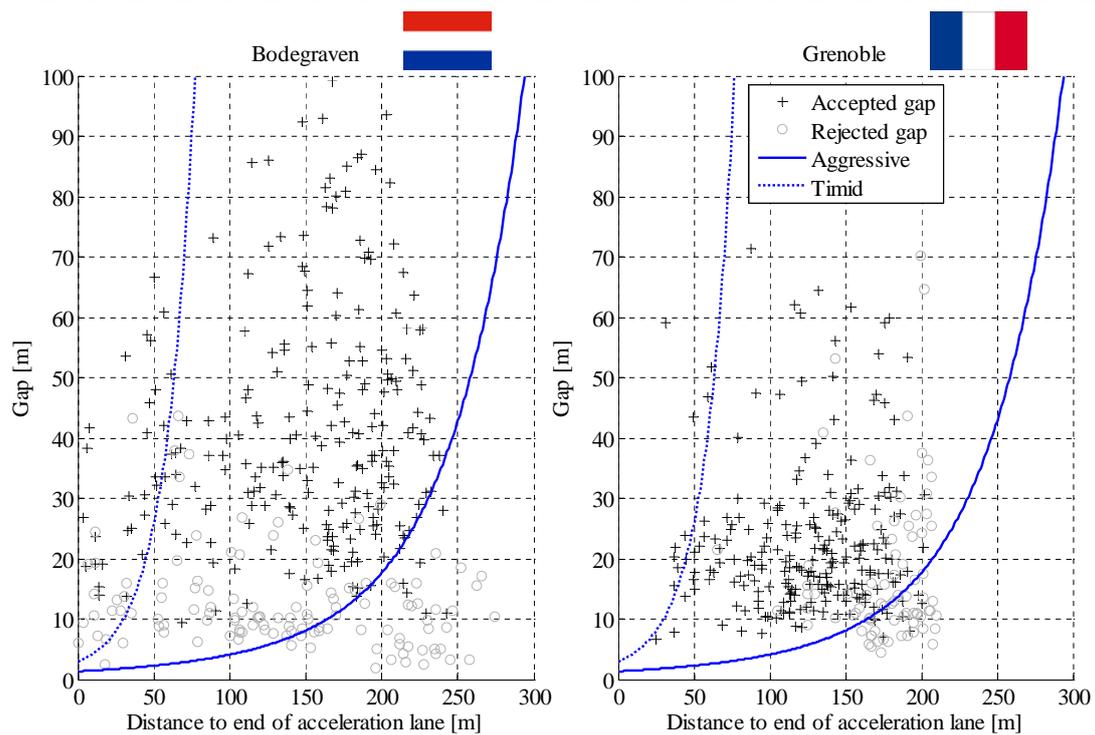
▶ 22

Étude empirique



► 23

Comparaison théorie/données

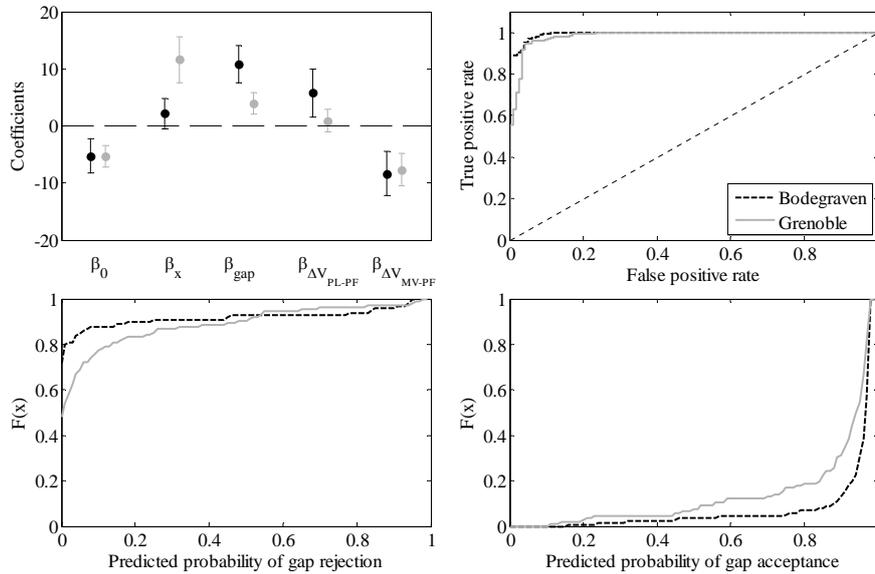


► 24

Travaux de modélisation

- Proposition d'un modèle pour estimer la probabilité d'accepter ou de rejeter un créneau d'insertion

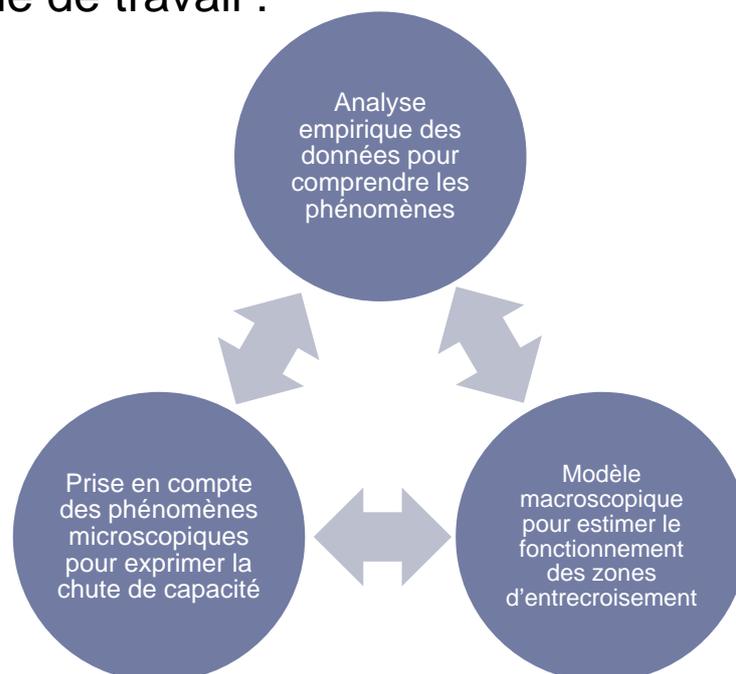
$$\ln \frac{p(1|X)}{1 - p(1|X)} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i$$



► 25

Travaux réalisés sur la zone 3

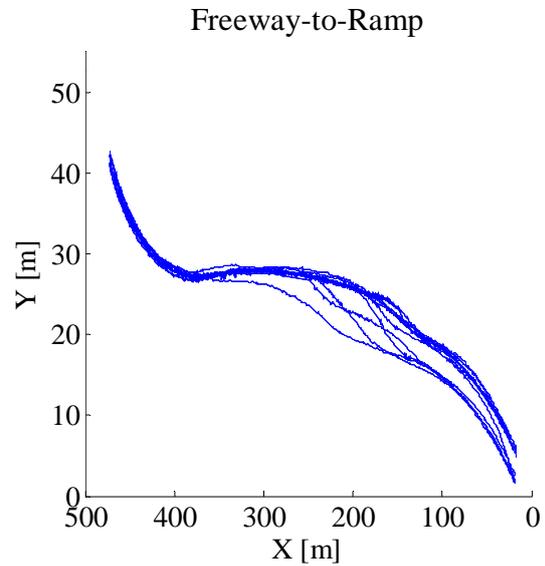
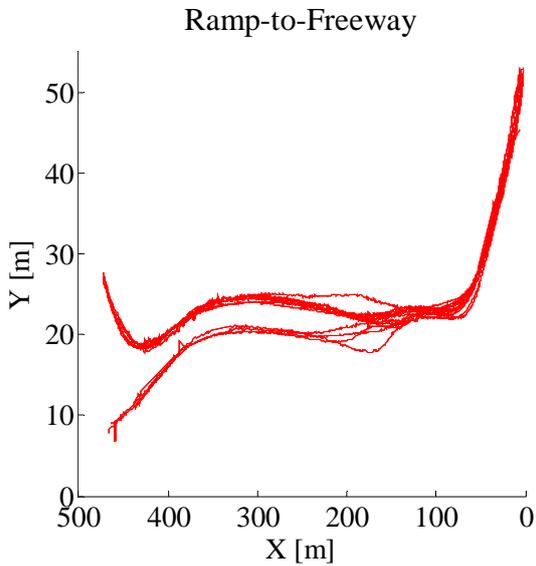
- Démarche de travail :



► 26

Étude empirique

▶ Exemples de trajectoires



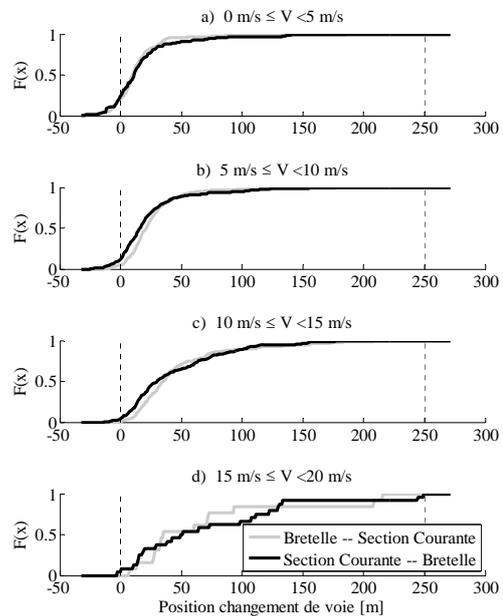
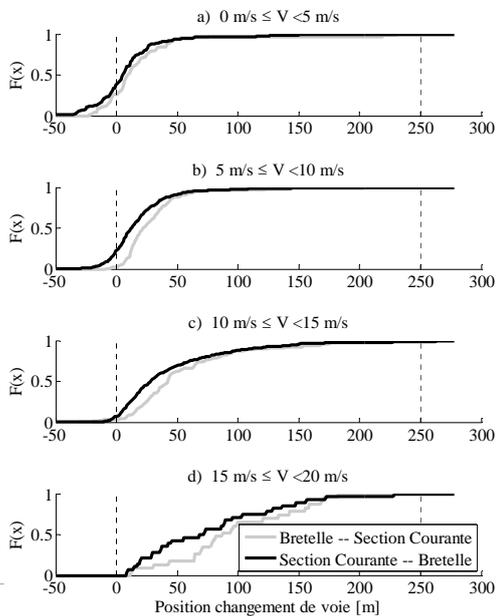
▶ 27

Étude empirique

▶ Etude des positions longitudinales des changements de voie

Jeudi 15/09/2011

Vendredi 16/09/2011

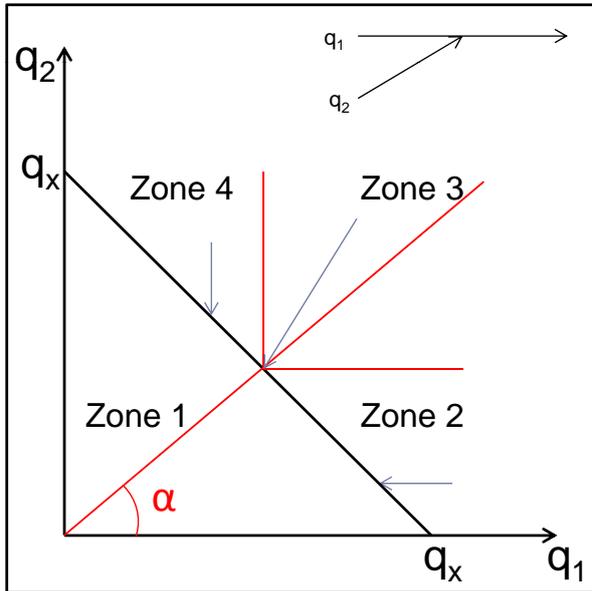


▶ 28

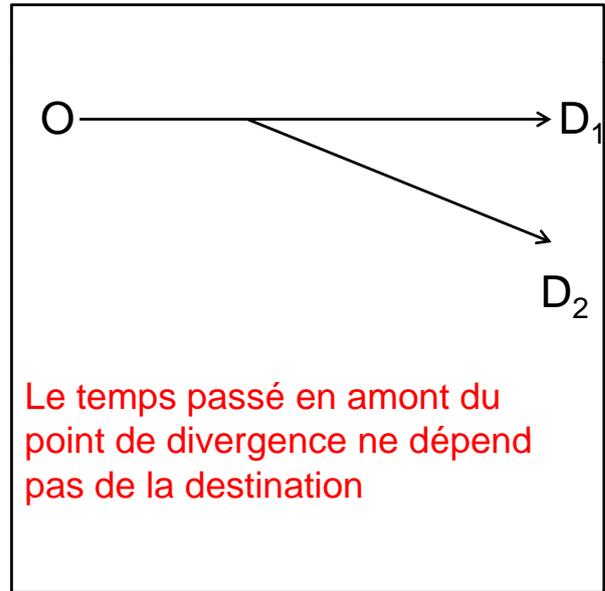
Modélisation macroscopique

Prérequis à la modélisation

Diagramme de Daganzo

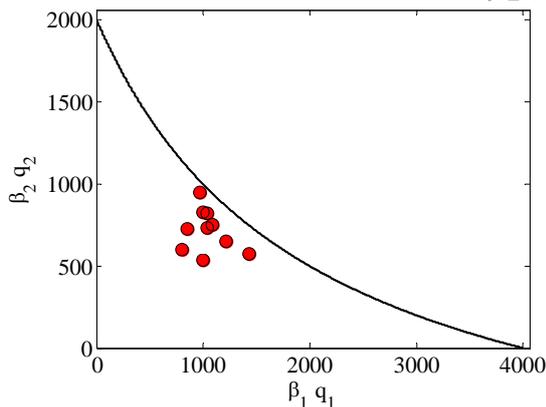
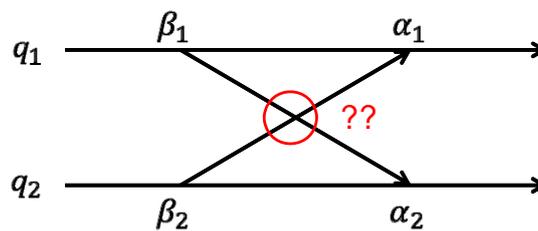


Règle FIFO



Modélisation macroscopique

2 convergents + 2 divergents

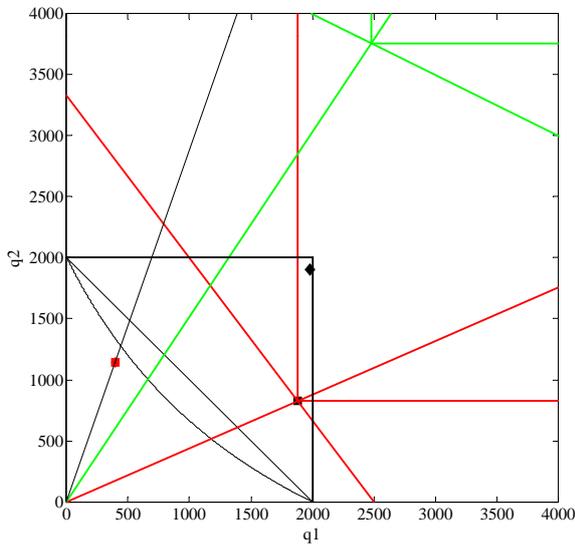


Comment prendre en compte les interactions?

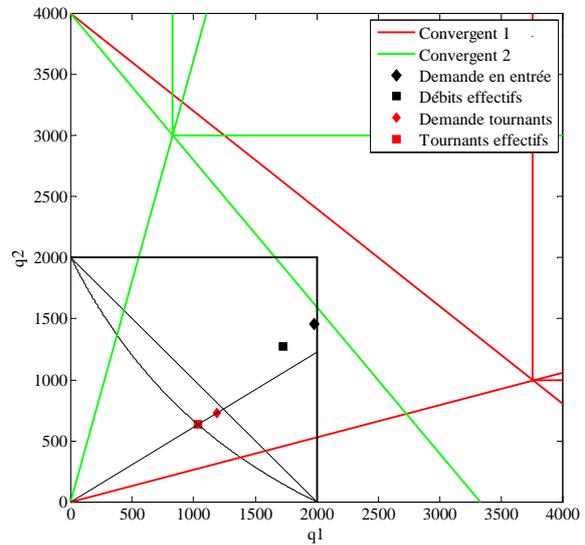
Modélisation macroscopique

► Résultats de la modélisation

Convergent 1 limitant



Débits tournants limitants

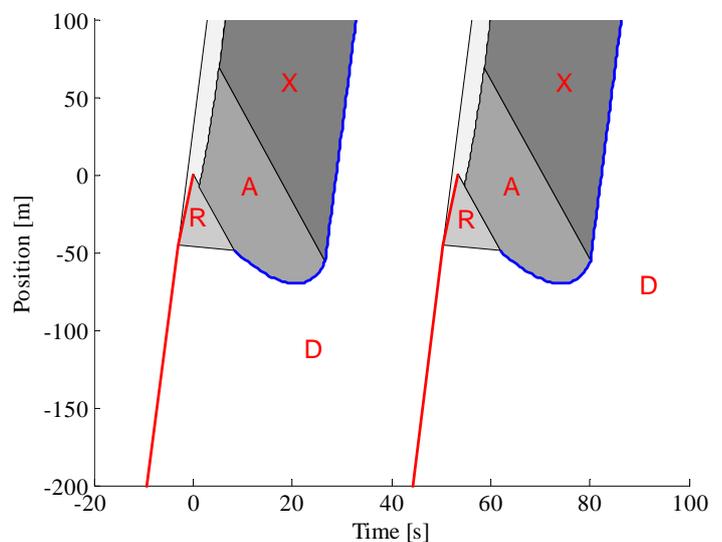
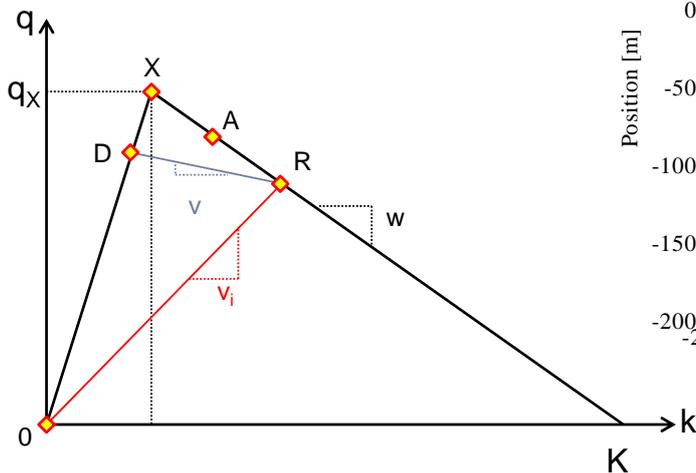


► 31

Expression de la chute de capacité

► Accélération et ralentissements créent des vides dans le flux de trafic

Diagramme fondamental



► 32

Conclusion

- ▶ 2 types de discontinuités
 - ▶ Convergent autoroutier
 - ▶ Zone d'entrecroisement
- ▶ Analyse des données et travaux de modélisation sont en bonne voie
- ▶ D'autres sources de données (boucles, magnétomètres...) sont nécessaires pour valider les travaux de modélisation

Réunion MOCOPo du 07/02/13

Tâche 6

Modélisation statistique des comportements de conduite en file

Dimitri DAUCHER



IFSTTAR

PLAN

- **Etude et modélisation du problème de l'insertion des véhicules (Zone 2)**
- Modélisation des pelotons de véhicules



INSERTION DE VEHICULES : Position du problème

Développer une méthode permettant **d'estimer des probabilités P d'insertion de véhicule** circulant sur une bretelle d'insertion à partir de la **connaissance** plus ou moins fines de données expérimentales (trajectoires avec un pas de discrétisation constant plus ou moins grand)

Remarque :

$P = f(\text{position du veh. sur bretelle, Delta } x, \text{véhicules voisins du veh cible})$

Enjeux : sécurité

dimensionnement du site

(diminution de longueur de la bretelle possible ou pas ?)



Bretelle d'insertion en Zone n°2 (sens intérieur)
trafic fluide



INSERTION DE VEHICULES : Position du problème

Trajectoire (def.)

Choix « raisonnable » d'un pas de discrétisation Dx en x pour les trajectoires :

Idee forte dans ce projet :

excellente discrétisation Dx (théorique) \rightarrow optimiser Dx / indicateurs

question ouverte à ce jour

S'appuyer sur des travaux antérieurs et actuels menés au LEPSIS pour commencer

P. Condé Cespedes, D. Daucher, G. Louah *Traffic Operations at an entrance Ramp of an Urban Freeway – First Results* IHSC 2011

J. Mint-Moustapha, D. Daucher, B. Jourdain *Estimation of the probability of merging at an entrance ramp of a suburban freeway*,

ICOSSAR June 2013

$Dx = 50 \text{ m} \rightarrow 85 \%$ de bonnes prévisions sur environ 8000 véhicules

+ Analyse des mal classés concluante

(limite stat + insuffisance dans certaines situations)

Choix $Dx = 50 \text{ m}$ pour commencer (à faire évoluer)



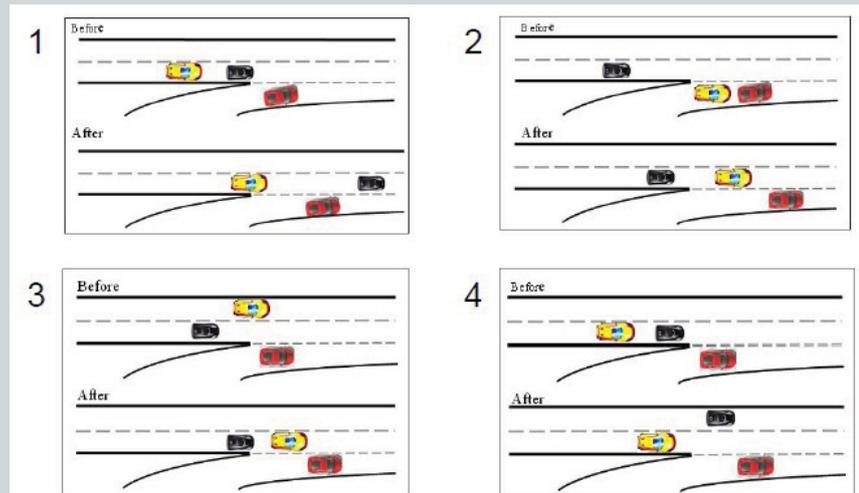
INSERTION DE VEHICULES : Prévion de l'insertion (préliminaires)

Remarque précédente :

$P = f(\text{position du veh. sur bretelle, Delta } x, \text{véhicules voisins du véhicule cible})$

Def (véhicule partenaire) : pour tout véhicule en insertion en un point du maillage donné, son **partenaire** est le véhicule situé sur la voie 1 qui passe tout de suite après par ce point

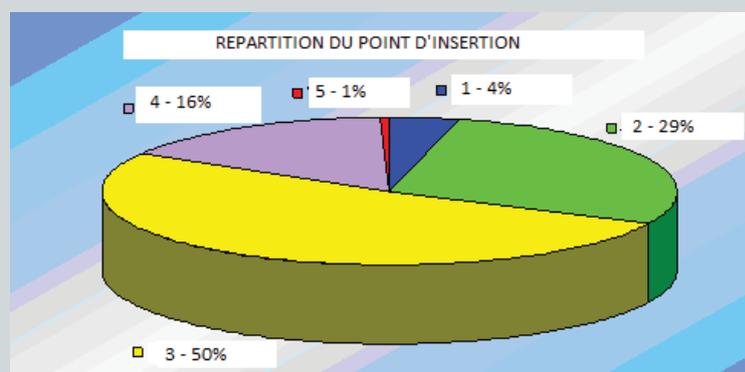
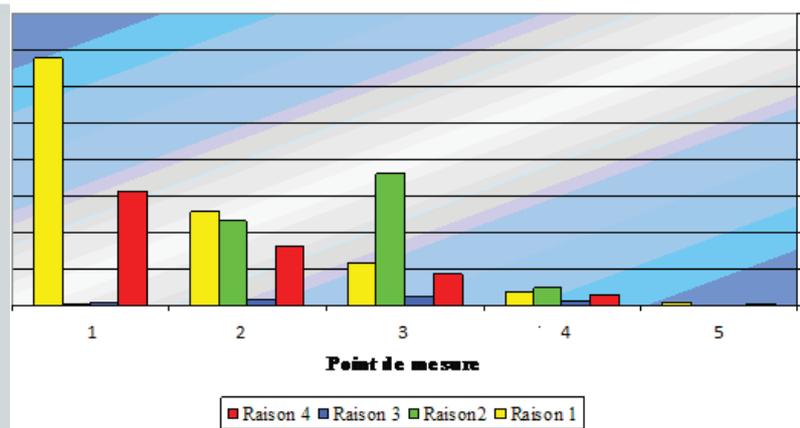
Le partenariat est évolutif pendant la phase d'insertion



INSERTION DE VEHICULES : Prévion de l'insertion (préliminaires)

RAISON DE CHANGEMENT SELON POINT

environ 150 véhicules



Merging probability

Presenting the problem

Let a merging vehicle,
with a vector X of traffic and environment variables:

- . location point
- . category (only cars have been considered in a first step)
- . category of partner (*id.*)
- . speed
- . speed of partner
- . speed of partner's partner
- . net headway vehicle vs partner
- . net headway partner vs partner's partner

Will it merge ?



Merging probability

Solving the problem

Several available methods:

- . Logistic regression
- . Bayesian Discriminant Analysis
- ...

$$P(Y = 1/X) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}$$

Bayesian Discriminant Analysis

- X : vector of variables
- probability P of belonging to a class j
- 2 classes: G_0 : doesn't merge, G_1 :merge
- P_i : a priori probability of class i
- $f_i(X)$: conditional density of X according to group i

$$P(G_j / X) = \frac{P_j f_j(X)}{\sum_{i=0}^1 P_i f_i(X)}$$



Merging probability

Estimation of $f(i)$ (conditional density of X according to group i)

Two methods used here: k-NN and non-parametric

k-Nearest Neighbours

given a X , searching for the nearest points and classify X in the most represented group

Non-parametric

local estimation of probabilities in the neighborhood of X
a kernel K gives more weight to the observations close to X :

- . uniform
- . normal
- . biweight (quartic)
- . triweight (tricube)
- . Epanechnikov
- ...



Merging probability

Results of the classification

About 50 % observations for learning
and about 50 % observations for validating

In all cases:

- . logistic regression
- . Bayesian Discriminant Analysis
with k-NN or with 5 different functions as kernel

about 78 % of well classified observations for merge
and 86 % for doesn't merge

true class v	estimated class $>$	
	0	1
0	86%	14%
1	22%	78%

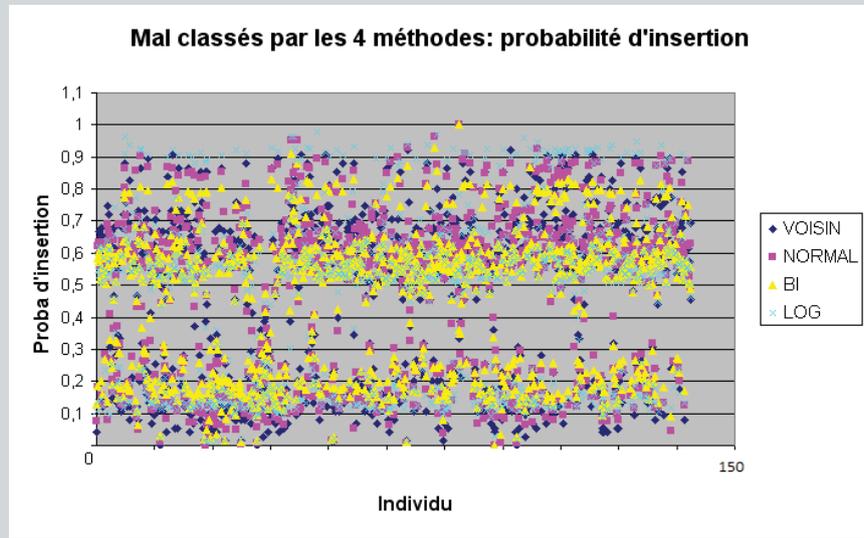
typical
confusion matrix



INSERTION DE VEHICULES : Analyse des mal classés

Analyse des « mal classés »

- environ 90% ont une probabilité a posteriori entre 0,4 et 0,6
- effectif faible pour les 10% restant



INSERTION DE VEHICULES : Conclusion provisoire et perspectives de travail

Conclusion provisoire :

Résultats très corrects

Effectif général faible en terme de N de véhicules traités (environ 150)

Perspectives :

Augmenter le nombre de véhicules (long)

Faire évoluer Dx dans une gamme de valeurs « raisonnable »

Répondre à la question posée sur le choix de Dx
et donc d'un maillage « optimal »



PLAN

- Etude et modélisation du problème de l'insertion des véhicules (Zone 2)
- **Modélisation des pelotons de véhicules**



PELOTONS DE VEHICULES : travaux réalisés

Echelle pertinente : micro < **méso** < macro

Macro : trop général

Méso : modèle cinétique (équations de Boltzmann)
discrétisation par une méthode particulière
(écrite, simulée mais pas validée !)

Micro : trop de DDL



Mocopo – données de trafic et modélisation d'émissions

Réunion annuelle Mocopo
ENTPE – 07/02/2013
MONTENON Antoine



IFSTTAR

Sommaire

1. Les données de trafic
2. Hypothèses
3. Manipulation des données
4. Vers le modèle COPCETE
5. Modélisation des émissions
6. L'influence du pas de temps
7. La suite ...



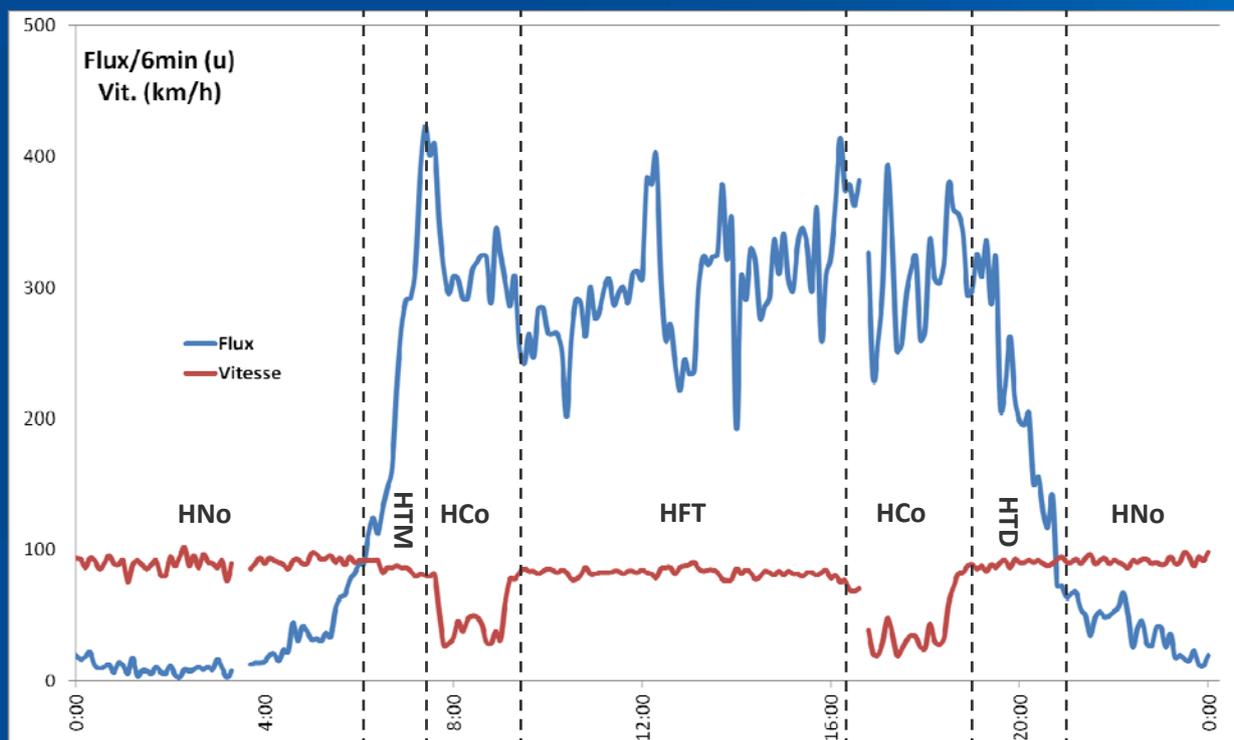
Les données de trafic

- Données récupérées au pas de temps 6 min
- Découpage en phases (jours ouvrés)
 - Nocturne
 - Transition (montante ou descendante)
 - Fort trafic
 - Congestion
- Week-end



Les données de trafic

Données de trafic à Echirolles – le 12/09/2011 – Direction Ouest-Est



Hypothèses

- Différence de 20 km/h entre VL et PL/Bus (sauf si $V_{PL} < 12$ km/h)
- $V_{tot}/n_{tot} = V_{VL}/n_{VL} + V_{PL}/n_{PL} + V_{bus}/n_{bus}$
- Utilisation du parc IFSTTAR :
 - 96.1% VL
 - 3.7% PL
 - 0.3% bus



Manipulation des données

Fichier de trafic Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1					Echirolles										Différence de vitesse entre VL et PL :	20		
2	Date				Direction Est-Ouest													
3		OutilB 15min	OutilC 15min	Outil 1h	Flux (veh/6min)	Vit. Moy. Harm. (km/h)		Flux*vit	nb VL	vit VL	nb PL	vit PL	nb Bus	vit Bus				
4	17/01/2011 00:00	3893760	3893760	973440	16	88	1408	15	89,58	1	69,58	0	30					
5	17/01/2011 00:06	3893760	3893760	973440	24	85	2040	23	86,07	1	66,07	0	30					
6	17/01/2011 00:12	3893760	3893761	973440	9	85	765	9	85,00	0	30,00	0	30					
7	17/01/2011 00:18	3893761	3893761	973440	22	88	1936	21	89,16	1	69,16	0	30					
8	17/01/2011 00:24	3893761	3893761	973440	29	89	2581	28	89,88	1	69,88	0	30					
9	17/01/2011 00:30	3893762	3893762	973440	12	87	1044	12	87,00	0	30,00	0	30					
10	17/01/2011 00:36	3893762	3893762	973440	21	91	1911	20	92,20	1	72,20	0	30					
11	17/01/2011 00:42	3893762	3893763	973440	7	90	630	7	90,00	0	30,00	0	30					
12	17/01/2011 00:48	3893763	3893763	973440	11	94	1034	11	94,00	0	30,00	0	30					
13	17/01/2011 00:54	3893763	3893763	973440	13	86	1118	12	86,99	0	30,00	0	30					
14	17/01/2011 01:00	3893764	3893764	973441	11	85	935	11	85,00	0	30,00	0	30					
15	17/01/2011 01:06	3893764	3893764	973441	11	92	1012	11	92,00	0	30,00	0	30					
16	17/01/2011 01:12	3893764	3893765	973441	13	85	1105	12	85,99	0	30,00	0	30					
17	17/01/2011 01:18	3893765	3893765	973441	5	93	465	5	93,00	0	30,00	0	30					
18	17/01/2011 01:24	3893765	3893765	973441	7	90	630	7	90,00	0	30,00	0	30					
19	17/01/2011 01:30	3893766	3893766	973441	8	88	704	8	88,00	0	30,00	0	30					
20	17/01/2011 01:36	3893766	3893766	973441	13	88	1144	12	88,98	0	30,00	0	30					
21	17/01/2011 01:42	3893766	3893767	973441	8	83	664	8	83,00	0	30,00	0	30					
22	17/01/2011 01:48	3893767	3893767	973441	11	90	990	11	90,00	0	30,00	0	30					
23	17/01/2011 01:54	3893767	3893767	973441	4	97	388	4	97,00	0	30,00	0	30					
24	17/01/2011 02:00	3893768	3893768	973442	8	94	752	8	94,00	0	30,00	0	30					
25	17/01/2011 02:06	3893768	3893768	973442	6	99	594	6	99,00	0	30,00	0	30					

Hiver 6min | Hiver 15min | Hiver 1h | HGraphes 6min | Printemps 6min | Printemps 15min | Pri

Manipulation des données

- Conversion en pas de temps 15min et 1h
Date = j + h/24 + m/(24*60) (Excel)

Horaire 6 min	OutilB 15min	OutilC 15min	
17/01/2011 00:00	3893760	3893760	3893760
17/01/2011 00:06	3893760	3893760	
17/01/2011 00:12	3893760	3893761	3893761
17/01/2011 00:18	3893761	3893761	
17/01/2011 00:24	3893761	3893761	3893762
17/01/2011 00:30	3893762	3893762	
17/01/2011 00:36	3893762	3893762	3893763
17/01/2011 00:42	3893762	3893763	
17/01/2011 00:48	3893763	3893763	3893763
17/01/2011 00:54	3893763	3893763	

Technique de conversion de pas de temps



Vers le modèle COPCETE

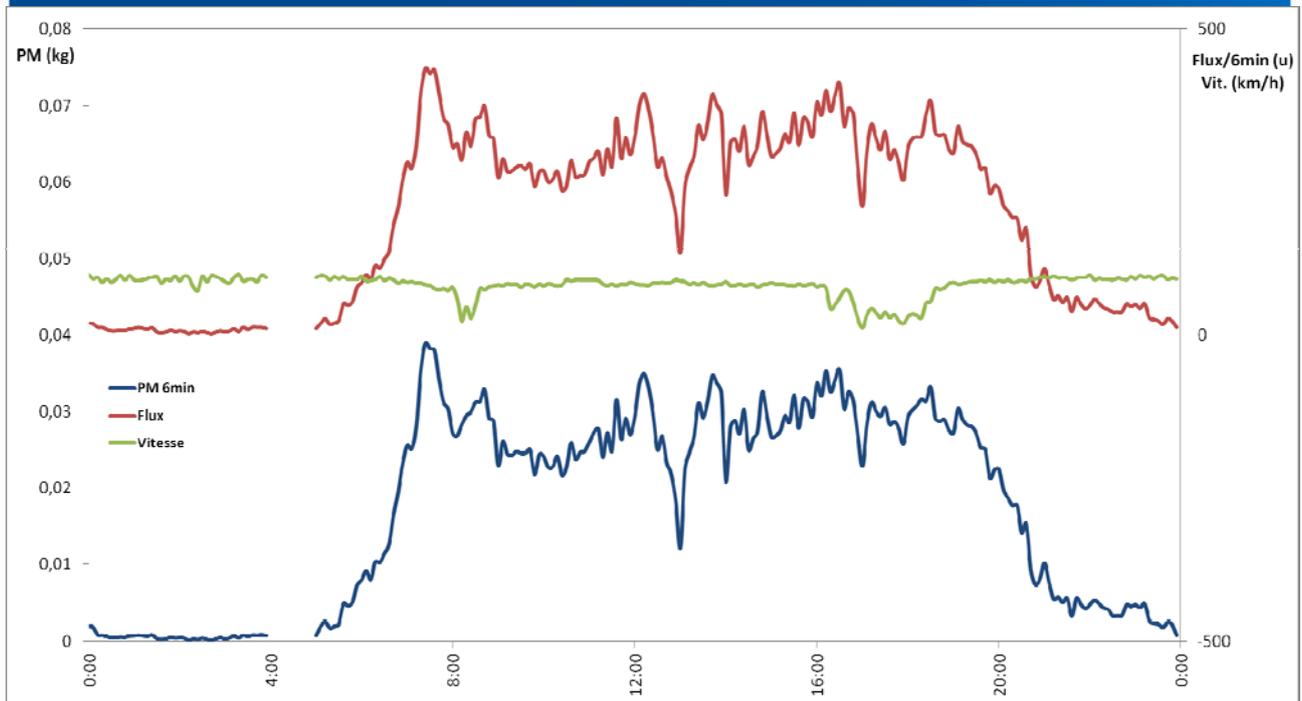
- Intégration directe Excel, via permaliens vers le fichier de trafic
- Mise à jour automatique

COPCETE v4		Validation des données		Format de rendu		Unité		Nombre de polluants		Evaporations		Pas temps			
CALCUL		Année	2011	Mois	9	Nb trajet/j	4,8	Long trajet moy (km)	7,6	Béta froid	3	Charge PL	50		
CARACTERISTIQUES DU TRONCON							PARC		DONNEES DE TRAFIC					AUTRES DONNEES	
id	Nom	Longueur (km)	Pente	Code Pente	Milieu	Parc	Clé VUL	Nbre VL	Vitesse VL	Nbre PL	Vitesse PL	Nbre Bus	Vitesse Bus	Taux froid perso	Nb arrêts période
5	1	11/09/2011 00:00	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	85	89,87	3,00	69,87	0,00	30,00	0
6	2	11/09/2011 00:06	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	62	90,98	2,00	70,98	0,00	30,00	0
7	3	11/09/2011 00:12	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	59	88,84	2,00	68,84	0,00	30,00	0
8	4	11/09/2011 00:18	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	69	92,05	3,00	72,05	0,00	30,00	0
9	5	11/09/2011 00:24	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	66	90,10	3,00	70,10	0,00	30,00	0
10	6	11/09/2011 00:30	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	67	92,08	3,00	72,08	0,00	30,00	0
11	7	11/09/2011 00:36	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	56	92,87	2,00	72,87	0,00	30,00	0
12	8	11/09/2011 00:42	0,9567	0	3	u2	1	0,16509	50	93,97	2,00	73,97	0,00	30,00	0



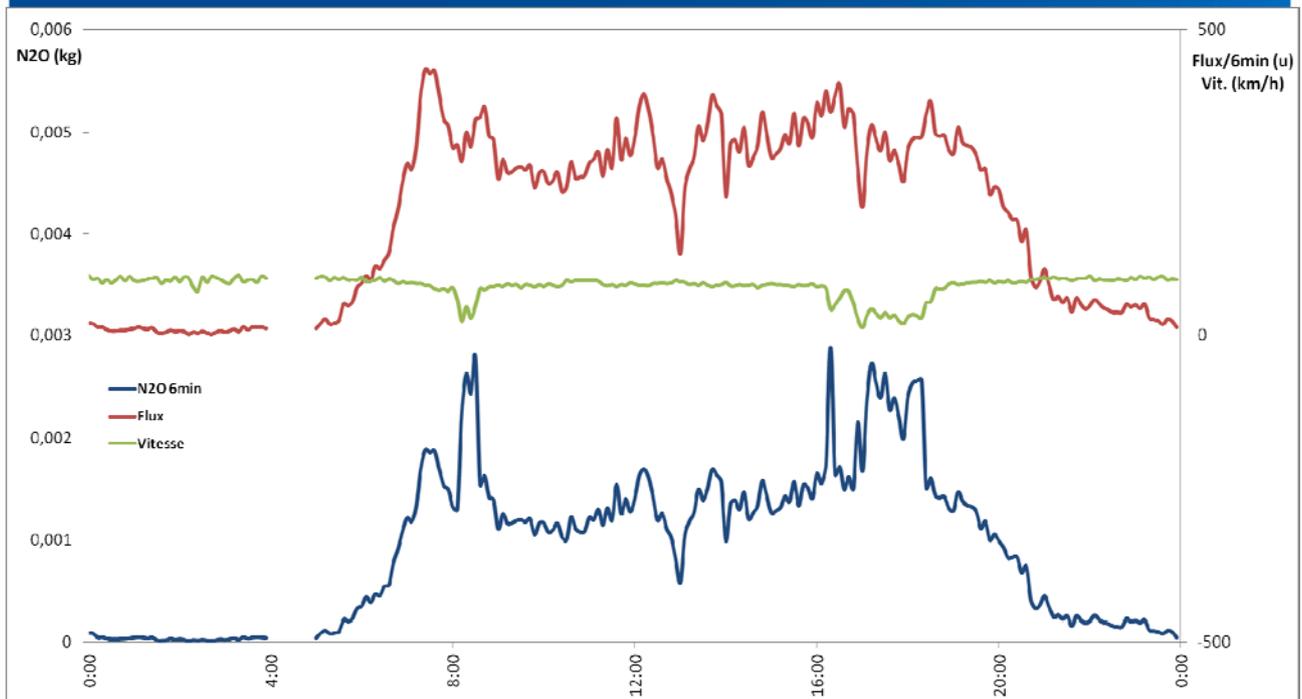
Modélisation des émissions

Relevés de trafic et PM à Echirolles - le 13/09/2011 - direction Ouest-Est



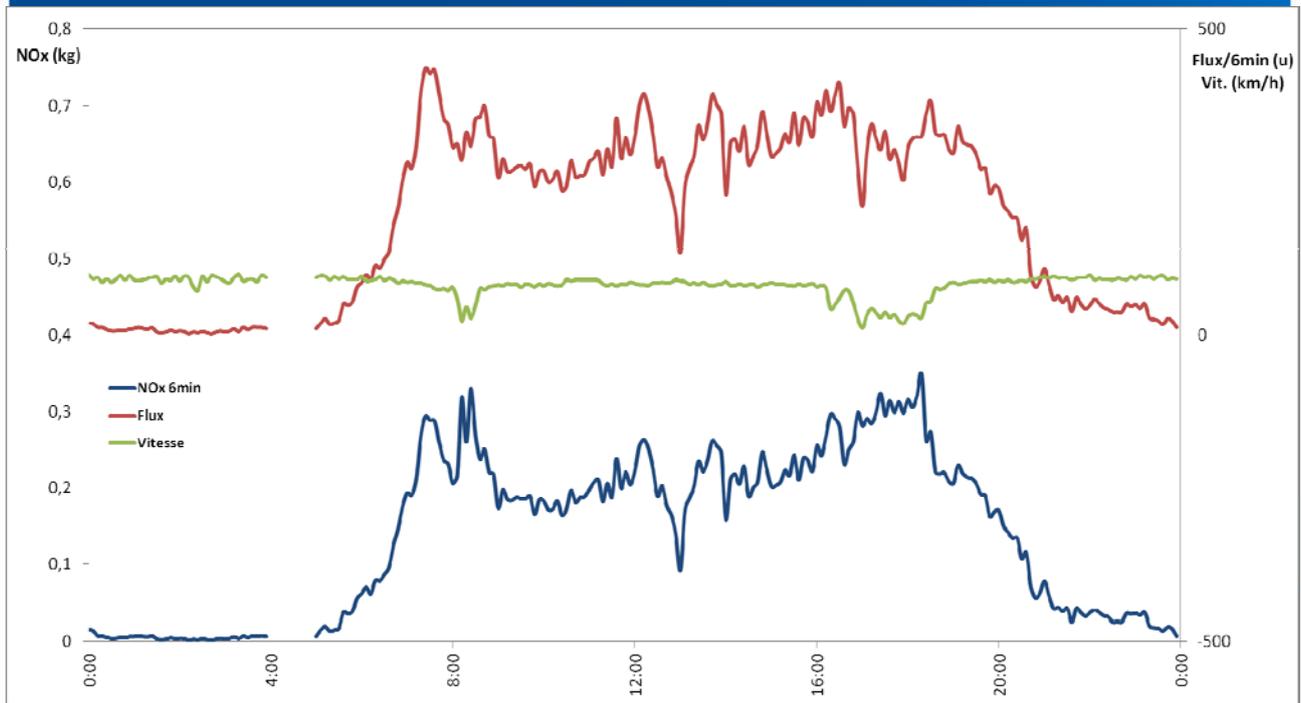
Modélisation des émissions

Relevés de trafic et N₂O à Echirolles - le 13/09/2011 - direction Ouest-Est



Modélisation des émissions

Relevés de trafic et NOx à Echirolles - le 13/09/2011 - direction Ouest-Est



MONTENON Antoine – Réunion annuelle Mocop – 07/02/2013

11

L'influence du pas de temps

A		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		
Date		Polluant choisi		NOx		Unité: kg																Polluant choisi		
				NOx 1h	NOx 15min	NOx 6min	1h-6min	15min-6min	1h-15min	1h-6min /6min (%)	15min-6min /6min (%)													
1	11/09/2011 00:00	CO	NOx	0,046279082	0,05259742	0,0532453	-0,012366	-0,006647902	-0,0063183	-21,85%	-11,22%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
2	11/09/2011 00:06	CO	NOx	0,046279082	0,05259742	0,042639	0,0035801	0,009898443	-0,0063183	8,38%	23,18%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
3	11/09/2011 00:12	CO	NOx	0,046279082	0,04955536	0,0405228	0,0057563	0,009032588	-0,0032763	14,21%	22,29%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
4	11/09/2011 00:18	CO	NOx	0,046279082	0,0465133	0,0511587	-0,00488	-0,004645405	-0,0002342	-9,54%	-9,08%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
5	11/09/2011 00:24	CO	NOx	0,046279082	0,0465133	0,048958	-0,002679	-0,002444681	-0,0002342	-5,47%	-4,93%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
6	11/09/2011 00:30	CO	NOx	0,046279082	0,04310315	0,0500549	-0,003776	-0,006951717	0,00317593	-7,54%	-13,89%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
7	11/09/2011 00:36	CO	NOx	0,046279082	0,04310315	0,0398863	0,0063928	0,00321688	0,00317593	16,03%	8,07%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
8	11/09/2011 00:42	CO	NOx	0,046279082	0,04404885	0,0367881	0,009491	0,00726079	0,00223023	25,80%	19,74%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
9	11/09/2011 00:48	CO	NOx	0,046279082	0,04493455	0,0438007	-0,003522	-0,004806145	0,00128453	-7,07%	-9,65%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
10	11/09/2011 00:54	CO	NOx	0,046279082	0,04493455	0,0437915	0,0024876	0,00120306	0,00128453	5,68%	2,75%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
11	11/09/2011 01:00	CO	NOx	0,036143031	0,04448957	0,042103	-0,00596	0,002386561	-0,0083465	-14,16%	5,67%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
12	11/09/2011 01:06	CO	NOx	0,036143031	0,04448957	0,0500549	-0,013912	-0,005565303	-0,0083465	-27,79%	-11,12%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
13	11/09/2011 01:12	CO	NOx	0,036143031	0,04020543	0,0393193	-0,003176	0,000886146	-0,0040624	-8,08%	2,25%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
14	11/09/2011 01:18	CO	NOx	0,036143031	0,0359213	0,0373143	-0,001171	-0,00139297	0,00022173	-3,14%	-3,73%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
15	11/09/2011 01:24	CO	NOx	0,036143031	0,0359213	0,0328472	0,0032958	0,003074112	0,00022173	10,03%	9,36%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
16	11/09/2011 01:30	CO	NOx	0,036143031	0,03682672	0,0381821	-0,002039	-0,001355367	-0,0006837	-5,34%	-3,55%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
17	11/09/2011 01:36	CO	NOx	0,036143031	0,03682672	0,0407268	-0,004584	-0,003900124	-0,0006837	-11,26%	-9,58%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
18	11/09/2011 01:42	CO	NOx	0,036143031	0,03284206	0,0225678	0,0135753	0,010274282	0,00330098	60,15%	45,53%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						
19	11/09/2011 01:48	CO	NOx	0,036143031	0,02885739	0,0332892	0,0028538	-0,004431808	0,00728564	8,57%	-13,31%	CO	CO2	CO	NOx	COV	COV	COV						

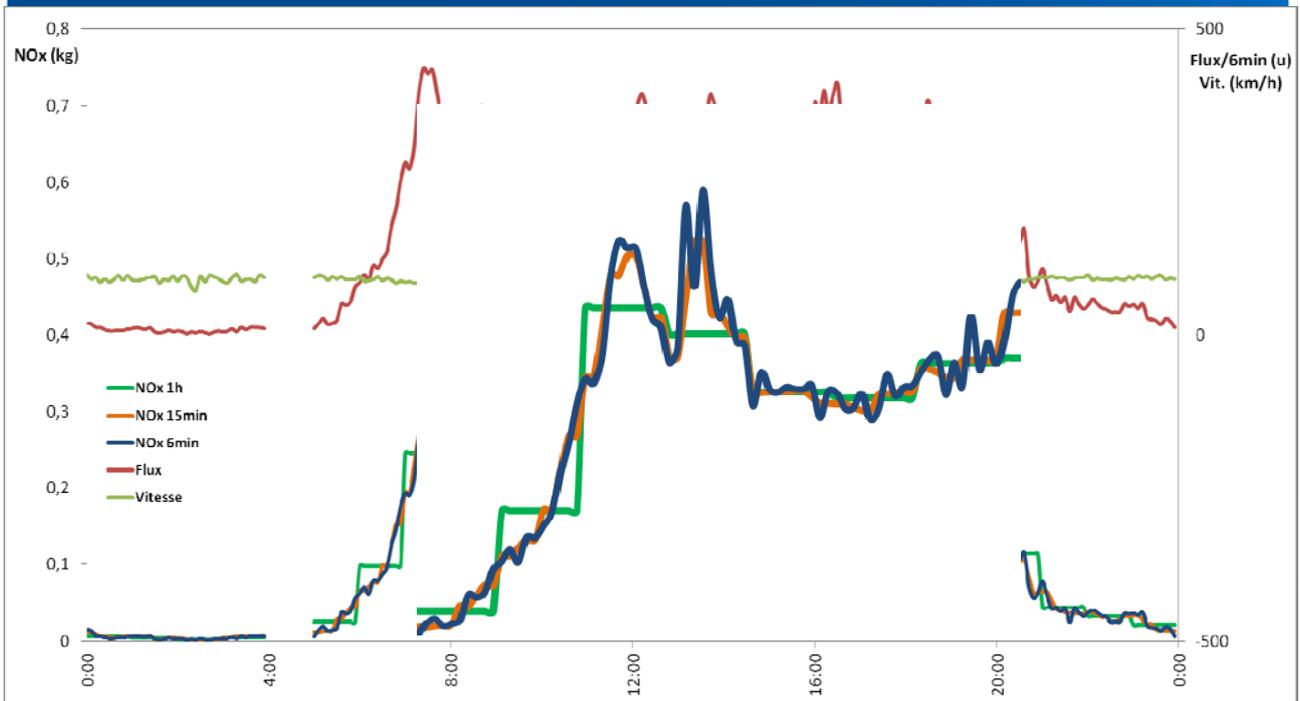
MONTENON Antoine – Réunion annuelle Mocop – 07/02/2013

12



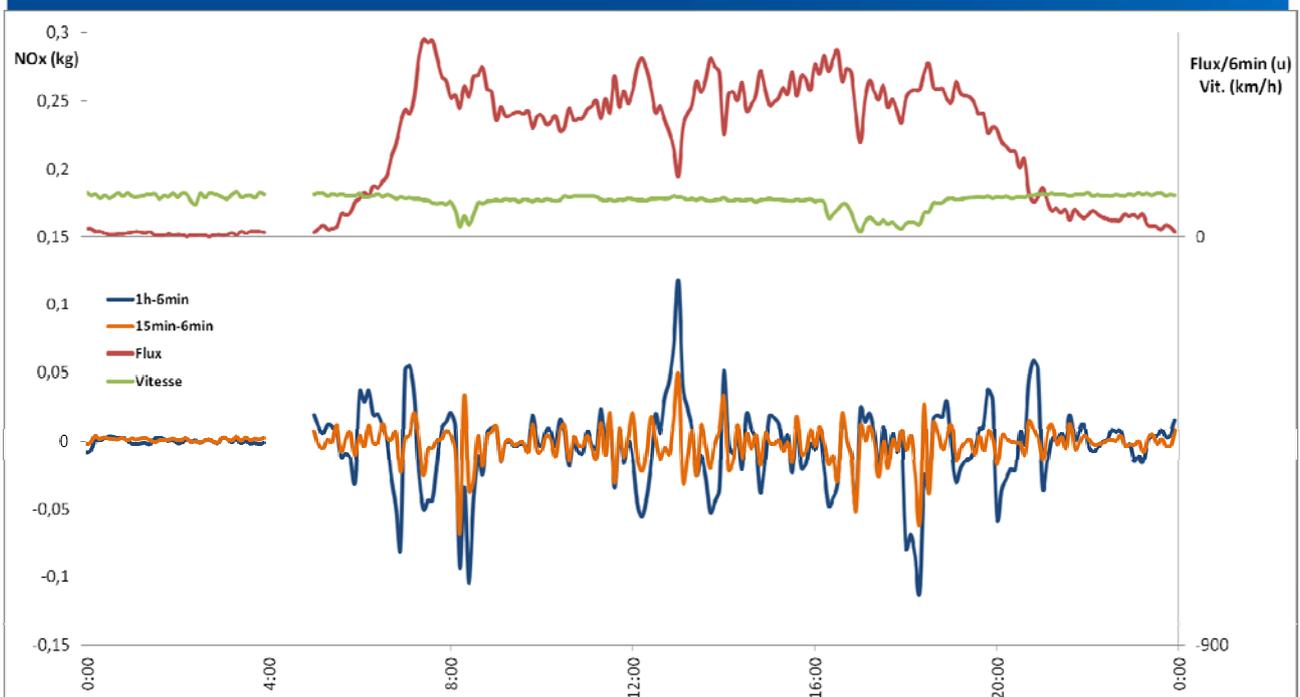
L'influence du pas de temps

Relevés de trafic et NOx à Echirolles - le 13/09/2011 - direction Ouest-Est
Pas de temps 6 min, 15 min et 1h



L'influence du pas de temps

Relevés de trafic et NOx à Echirolles - le 13/09/2011 - direction Ouest-Est
Différences pas de temps 6 min, 15 min et 1h



La suite

- Etude fine du moment de congestion
- Corrélations avec les valeurs mesurées



Merci de votre attention

IFSTTAR

LTE

antoine.montenon@ifsttar.fr

www.ifsttar.fr



Impact de la présence d'une voie ferrée à proximité du site

Réunion MOCOPo
ENTPE – 07/02/2013
PASQUIER Anaïs



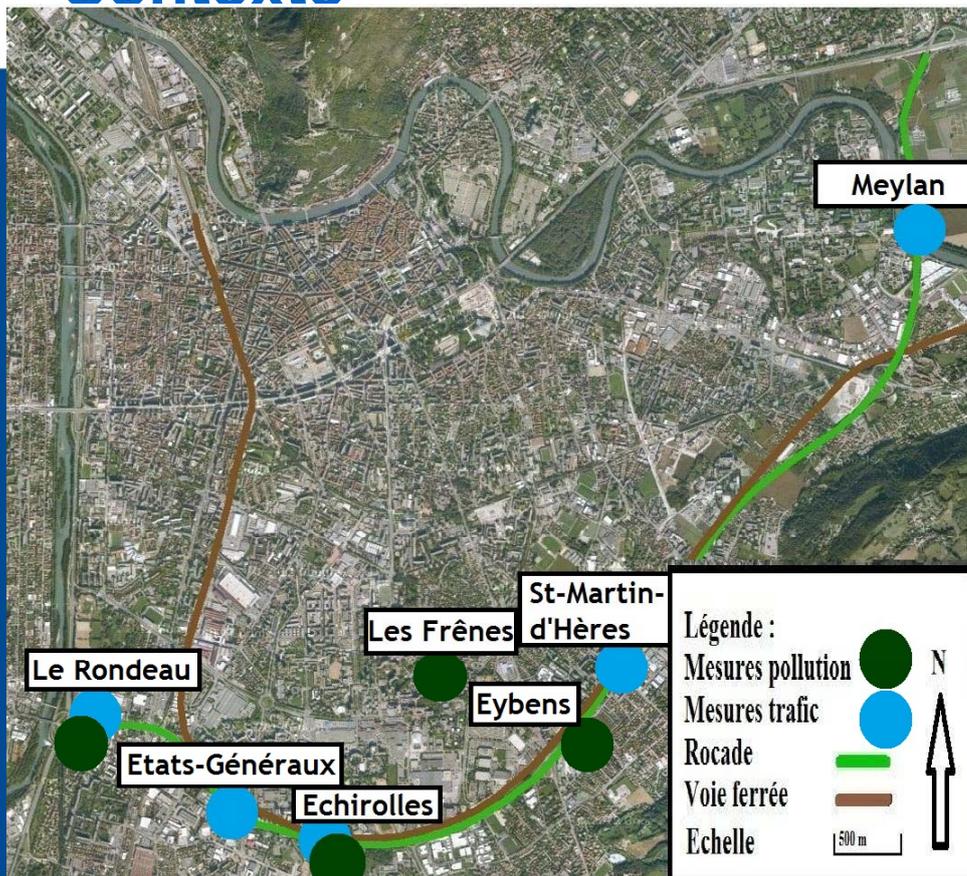
IFSTTAR

SOMMAIRE

- I. Contexte**
- II. Emissions du transport ferroviaire et méthodes de calculs**
- III. Calculs des émissions du trafic ferroviaire : utilisation d'ARTEMIS**
- IV. Analyses**
- V. Conclusion et perspectives**



I. Contexte



Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013

3

II. Etude des émissions du ferroviaire et méthodes de calculs

- Emissions du transport ferroviaire :
 - Directes
 - Combustion CO_2 , CO , NO_x , SO_2 , CH_4 , particules...
 - Usure
 - Remise en suspension

} Particules
 - Indirectes : production d'électricité
- Inventaire des émissions : OMINEA du CITEPA
- Etudes particules émises à l'usure

Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013

4

II. Etude des émissions du ferroviaire et méthodes de calculs

- Emissions de particules :

- Fer
- Silicium
- Calcium
- Aluminium
- Cuivre

Taille des pc	FE pc usure frein (g/km)	FE pc usure roue (g/km)	FE pc usure rail (g/km)	FE pc usure caténaire (g/km)
PM _{tot}	15,6	5,5	1,26	0,16
PM ₁₀	4,992	2,75	0,63	0,16
PM _{2,5}	2,34	0,825	0,189	0,024

Sources : R. Lorenzo et al., *Particle emissions of a railway line determined by detailed single particle analysis*, 2006

CITEPA, *Rapport Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques*, France, 9^{ème} édition, février 2012



II. Etude des émissions du ferroviaire et méthodes de calculs

- Plusieurs méthodes : MEET, GuideBook, ARTEMIS

=> Estimation de l'énergie consommée

- Top-Down
- Bottom-Up

=> Calculs des émissions : $E_i = FE_i \times C$

Diagram illustrating the calculation of pollutant emissions:

- Emission du polluant i
- Facteur d'émission du polluant i
- Consommation d'énergie

The equation $E_i = FE_i \times C$ is shown with arrows pointing from the labels above to the corresponding terms in the equation.



II. Etude des émissions du ferroviaire et méthodes de calculs

- Méthode choisie : ARTEMIS

	Acceleration			Speeds		Time Distribution t (%)
	amax [m/s]	amin [m/s]		Vmax [km/h]	Vmin [km/h]	
8	1,0	0,9	IMPORTANT! When entering new data it is important to remember the following: 1) Speed intervals are entered in columns "Vmax" and "Vmin".	150	135	0,00
9	0,9	0,8				0,00
10	0,8	0,7				0,00
11	0,7	0,6				0,00
12	0,6	0,5				0,00
13	0,5	0,4				0,00
14	0,4	0,3				0,00
15	0,3	0,2				0,18
16	0,2	0,1				1,12
17	0,1	0,0				6,91

- Somme sur chaque élément de matrice cinématique (a_i, v_j)
- Calculs des émissions : $E_i = FE_i * C$

Source : E. Lindgreen, S. C. Sorenson, *Driving Resistance from Railroad Train*, 2005, 86 p.

Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013



7

III. Calculs des émissions du ferroviaire : utilisation d'ARTEMIS

Test d'utilisation pour la ligne Bordeaux-Limoges => 2 configurations avec différents matériels

- Données disponibles (SETRA, Etude EXPLICIT)
- Calculs déjà effectués avec une autre méthode (consommation énergétique, émissions polluants)

Comparaison des résultats :

- Ordres de grandeur identiques
 - Itinéraire 1 : résultats très proches
 - Itinéraire 2 : différence due aux estimations pour le TGV
- ARTEMIS utilisable pour estimer les consommations énergétiques et émissions TER Diesel et TER électrique

1 : EXPLICIT, *Etude du bilan énergétique et des émissions polluantes dues aux transports en Aquitaine*, Rapport final, 128p., 2008

2 : E. Lindgreen, S. C. Sorenson, *Driving Resistance from Railroad Train*, 2005, 86 p.

3 : Calculs effectués à partir des données de l'étude EXPLICIT, présentés dans Michel André *et al.*, *Emissions de polluants par les transports non-routiers en France : Etat de l'art des méthodes de calcul*, 2012, 226p.



Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013

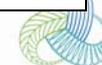
8

III. Calculs des émissions du ferroviaire : utilisation d'ARTEMIS

	Masse (t)	Nombre passagers	Consommation énergétique/train (kJ)	Emissions par train CO2 (g)	Emissions par train NOX (g)	Emissions par train SO2 (g)	Emissions par train CO (g)	Emissions par train PM (g)
B82500	167,4	35	7,25E+05	54001	684	1,74	181	88,5
B82500	180,4	220	7,73E+05	57578	729	1,86	193	94,4
Z24500	193,5	50	4,79E+05	8438	29,2	37,3	1,53	3,98
Z24500	213,7	339	5,23E+05	9205	31,9	40,7	1,67	4,34
X73500	50,7	10	2,94E+05	21894	277	0,71	73,5	35,9
X73500	54,5	64	3,08E+05	22939	291	0,74	77,0	37,6
B81500	164,9	25	7,16E+05	53313	675	1,72	179	87,4
B81500	166,7	50	7,23E+05	53808	682	1,73	180	88,2
67400 HLP	83,3	0	3,74E+05	27816	352	0,90	93,4	45,6
Y8000	35	0	2,53E+05	18829,	239	0,61	63,2	30,9
B82500	167,5	35	5,87E+05	43731	554	1,41	147	71,7

Source : Calculs effectués avec ARTEMIS_Rail

Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013



9

IV. Analyses

• Incertitudes

➤ Calcul de l'énergie

Test effectué pour le rapport ARTEMIS : en moyenne 7-8 % de différence avec mesures (trains de voyageurs) [Lindgreen, 2005]

- Nombre de voyageurs : environ 5% au maximum [calculs ARTEMIS]
- Energie pour le confort des passagers : 5 % [Sorenson, 2007]
- Pas de prise en compte de la décélération
- Vent
- Efficacité de traction

➤ Facteurs d'émissions [CITEPA, *Inventaire SECTEN*, avril 2012]

- N₂O : 50 %
- CO : 54 %
- PM₁₀ : 70 %
- PM_{2,5} : 100 %
- SO₂ : 5 %

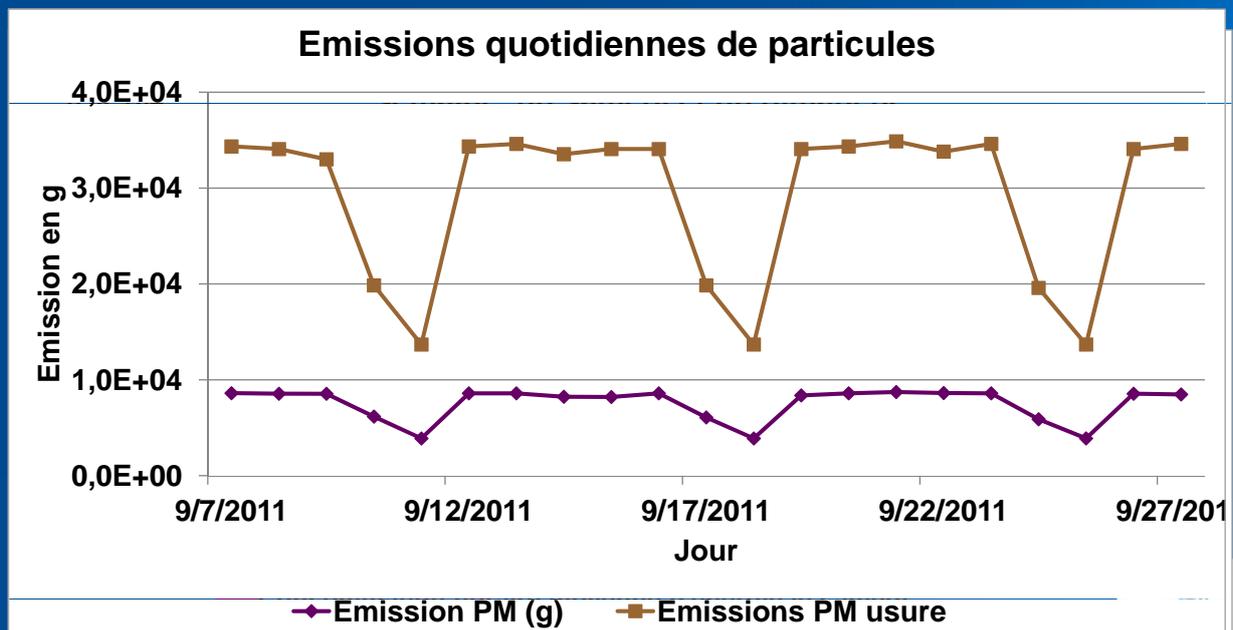


Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013

10

IV. Analyses

- Bilan des émissions et des consommations



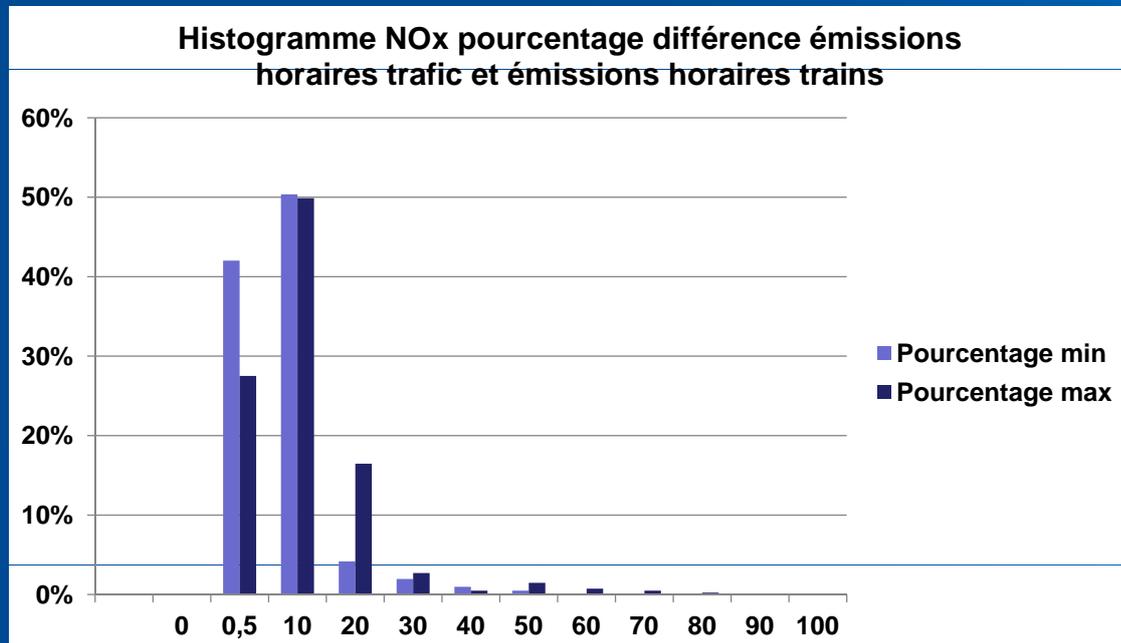
IV. Analyses

- Influence des émissions dues aux passages des trains sur les mesures ?
 - Horaires de passage
 - Données météo
 - Données émissions Air Rhône-Alpes
- Site étudié : Echirolles
- Outil utilisé : Access



IV. Analyses

- Comparaison émissions horaires calculées par AIR R-A



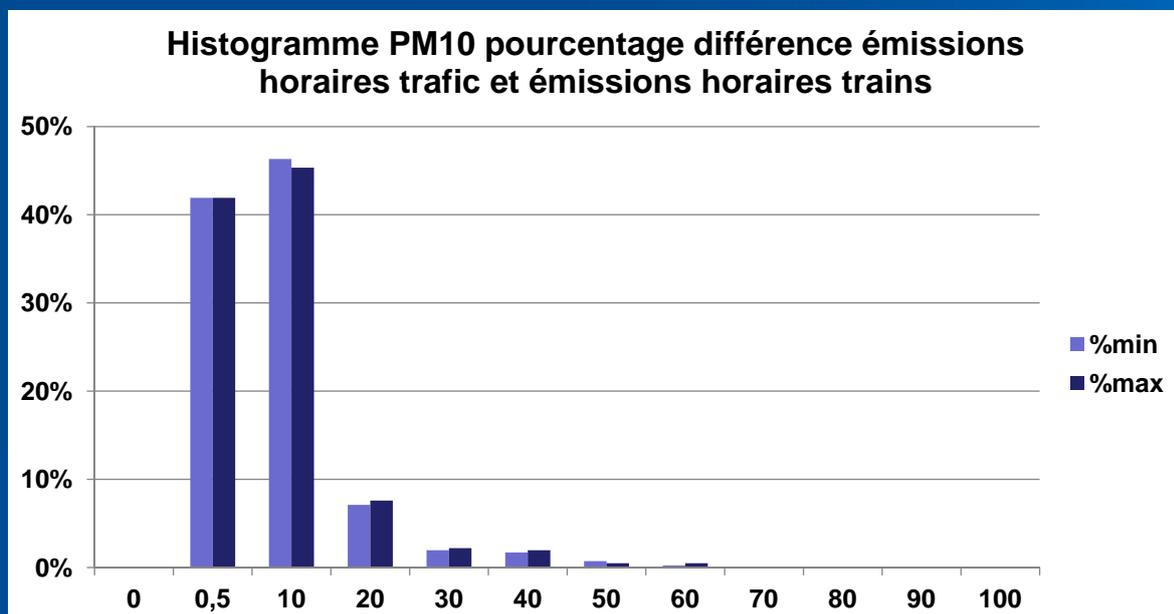
Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013



13

IV. Analyses

- Comparaison émissions horaires calculées par AIR R-A



Anais PASQUIER – Réunion MOCOPo – 07/02/2013



14

IV. Analyses

- Mesures des polluants
 - Le dispositif de mesure situé au sud de la rocade et de la voie ferrée
 - Météo favorable
- Trafic routier important/modéré :
 - Aucun événement pouvant être mis en relation avec des trains
 - Les émissions des trains ne sont pas « visibles »



Merci de votre attention

Ifsttar

LTE - Equipe Energie et pollution de l'air

anais.pasquier@ifsttar.fr

www.ifsttar.fr



07/02/2013



MOCOPO

Avancement tâche

7

RÉSULTATS D'ÉMISSIONS



Service Emissions



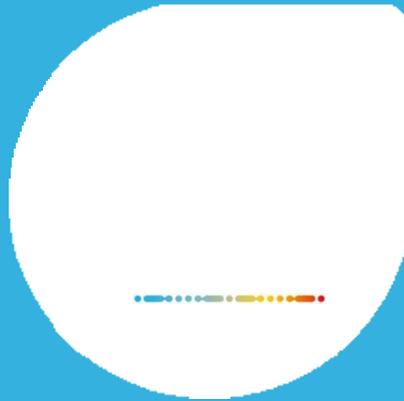
www.air-rhonealpes.fr

→→→→ Sommaire

● Données d'entrée

- Sensibilité des émissions au pas de temps
 - Du pas de temps annuel à l'horaire
 - Du pas de temps horaire à 6 mn
- Sensibilité des émissions au parc roulant
- Premières comparaison émissions/concentrations
- Conclusion et perspectives





Données d'entrée



Données d'entrée pour les calculs des émissions (1)

- **Données de comptages :**
 - fournies par la DIRCE

- **Pas de temps :**
 - horaire
 - 6 minutes

- **Parc roulant :**
 - parc national : interurbain IFSTTAR v2011
 - parc local : fourni par l'IFSTTAR suite à l'expérimentation

- **Différents calculs d'émissions :**
 - horaire avec le parc national
 - 6 minutes avec le parc national
 - 6 minutes avec le parc local





Données d'entrée pour les calculs des émissions (2)

- **Débit tous véhicules :**

- fourni par la DIRCE pour les pas de temps horaire et 6 minutes

- **Part des Poids Lourds:**

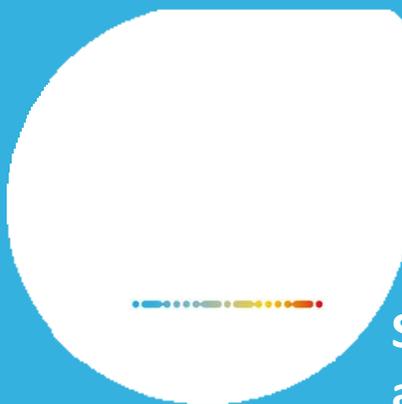
- horaire : par classes de longueurs (PL > 7 m)

- 6 minutes : pas de données brutes => on applique la part PL horaire

- **Vitesses des véhicules :**

- horaire : par classes de vitesses (inf à 50, 50-70,.. 130-150, sup à 150), ramenées à une vitesse moyenne horaire

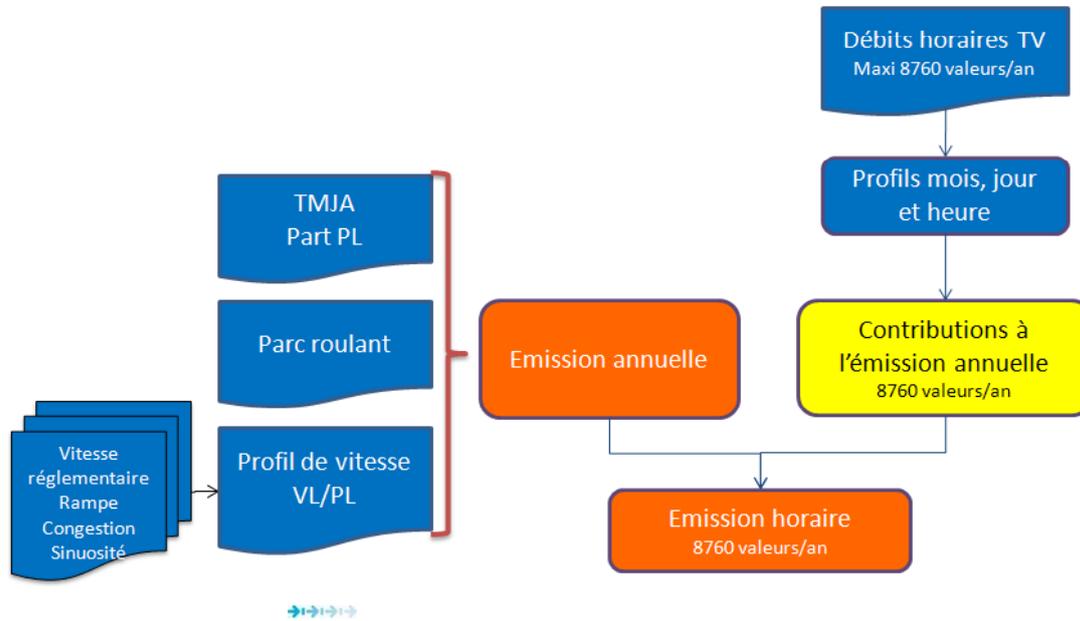
- 6 minutes : données de vitesses tous véhicules (vitesse < 10 km/h => 10 km/h)



**Sensibilité des émissions
au pas de temps**

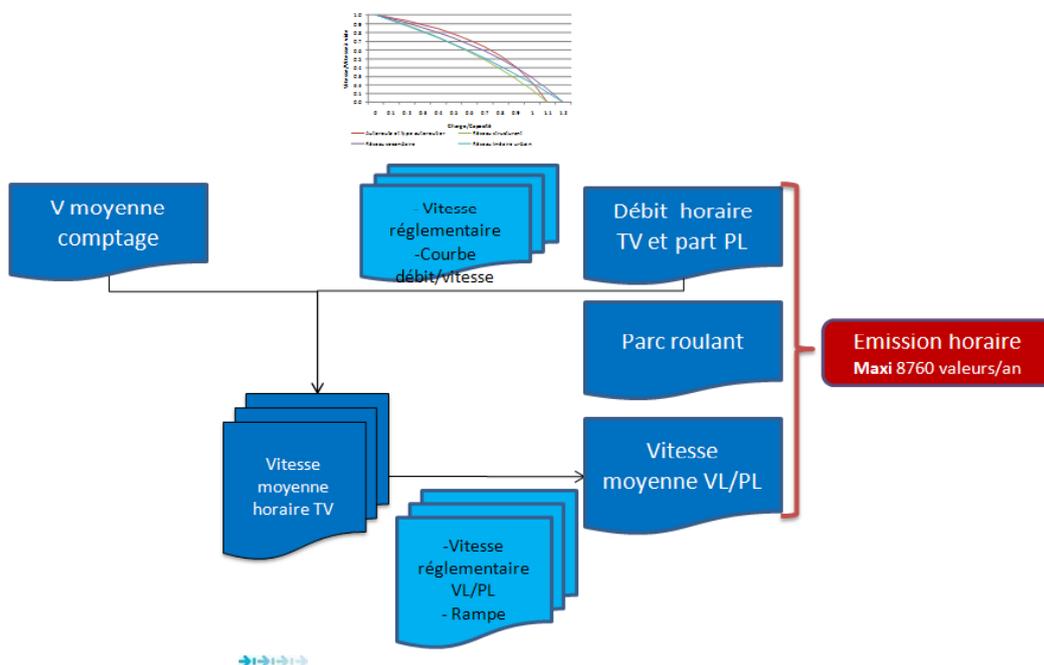
MOCAT – Outil de calcul des émissions routières

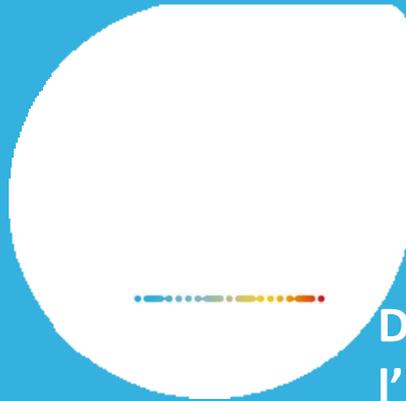
- Le calcul des émissions routières est assuré par un outil développé en interne à Air Rhône-Alpes (MOCAT) qui s'appuie sur la méthode COPERT 4 v9.0
- La méthode initiale s'appuie sur un **calcul annuel** auquel on applique des profils temporels de désagrégation (mois, jour, heure)



MOCAT – Outil de calcul des émissions routières

- Avec la mise à disposition de données trafic à un pas de temps fin, un module complémentaire a été développé afin de réaliser ce calcul au pas de temps horaires et infra horaire

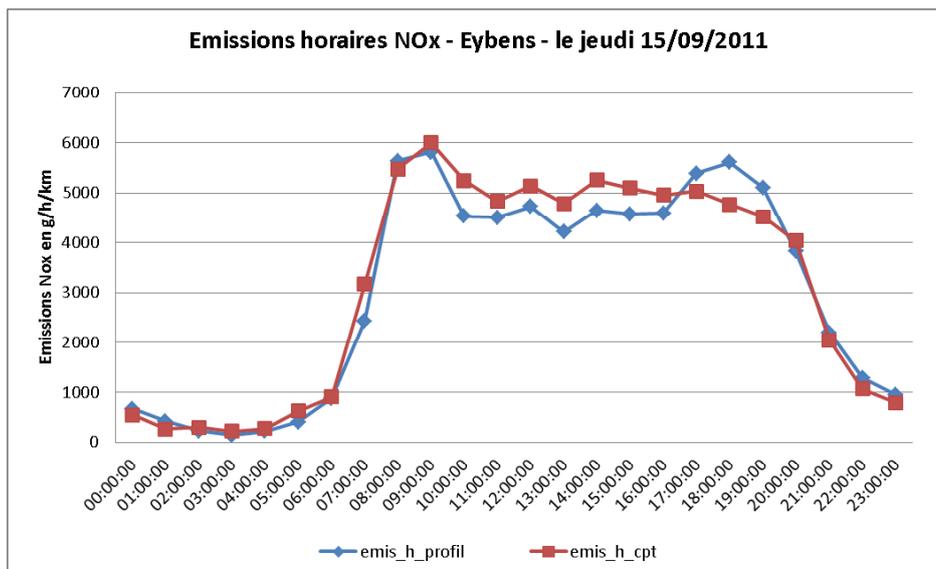




Du pas de temps annuel à l'horaire



Comparaison émissions horaires selon la précision temporelle



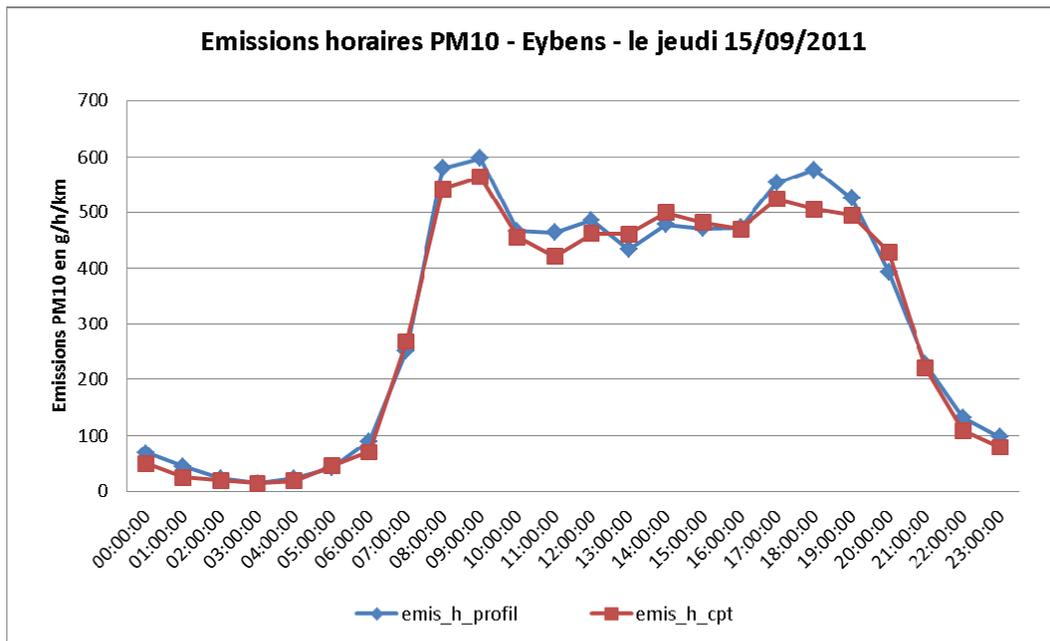
La courbe bleue représente les émissions horaires moyennes obtenues à partir de l'émission annuelle, et désagrégées selon un profil temporel. La courbe rouge correspond aux émissions horaires moyennes calculées à partir des données de comptages de la DIRCE.

En se basant sur l'émission annuelle, on a tendance à sous-estimer les émissions de Nox au cours de la journée (entre 10h et 16h) et à surestimer les émissions de NOx de la période de pointe du soir (de 17h à 19h).

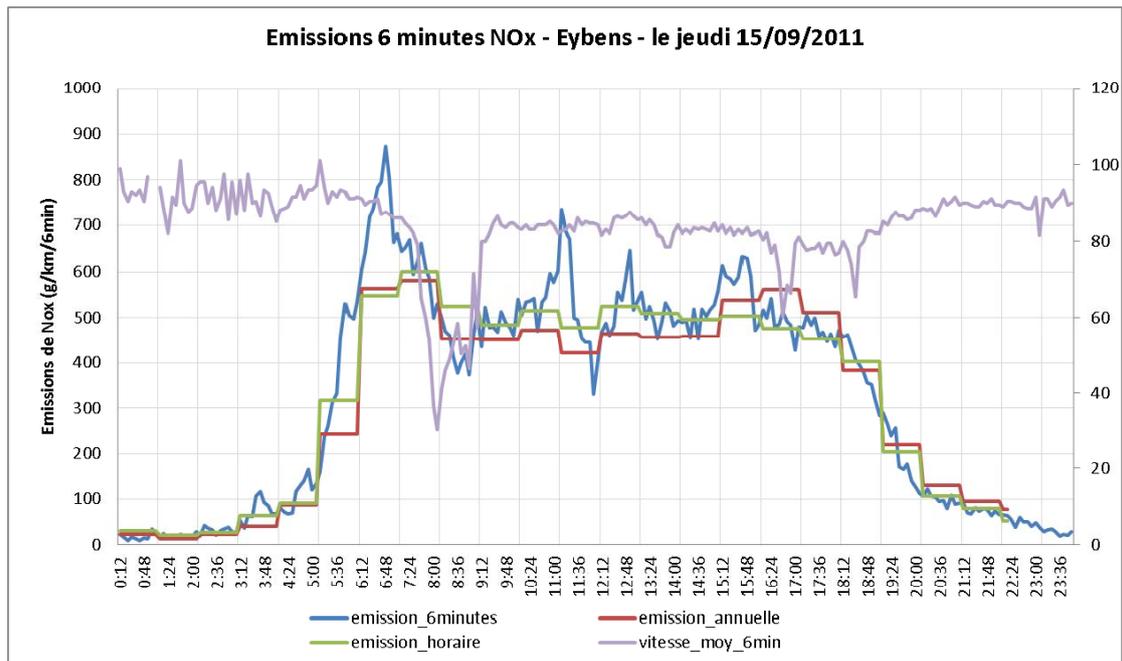




Comparaison émissions horaires selon la précision temporelle (1)



Comparaison émissions 6 minutes selon la précision temporelle



Variabilité importante des émissions de NOx 6 minutes, non mise en évidence si on regarde les émissions horaires.



Récapitulatif

Sur ce comptage, à cette date

- Comparaison émission moyenne horaire NOx :
 - Calculée à partir des comptages : 3041.3 g/h/km
 - Calculée à partir de l'émission annuelle : 3039.6 g/h/km
- ⇒ avec l'émission annuelle, - 3.1 % des émissions de NOx
- Comparaison émission moyenne PM10 :
 - Calculée à partir des comptages : 300.9 g/h/km
 - Calculée à partir de l'émission annuelle : 312.9 g/h/km
- ⇒ avec l'émission annuelle, + 3.9 % des émissions de PM10



Moyenne horaire des NOx et PM10 pour chaque comptage

Calcul horaire avec parc national

	id_comp	emis_moy_nox (g/h/km)	emis_moy_pm10 (g/h/km)	Debit_TV horaire moyen	Part_PL horaire moyen
Le Rondeau	137	1 712	161	2043	0,057
	138	1 811	170	2116	0,049
Etats Généraux	139	1 748	162	2054	0,055
	140	1 596	149	1894	0,047
Echirrolles	141	1 638	155	2031	0,055
	142	1 553	146	1890	0,051
Eybens	143	1 582	150	1990	0,054
	144	1 542	148	1951	0,043
St Martin d'Hères	145	1 427	136	1754	0,053
	146	1 416	134	1703	0,049
Meylan	147	1 335	128	1723	0,058
	148	1 293	125	1675	0,053
TOTAL		1 554	147	1902	0,052

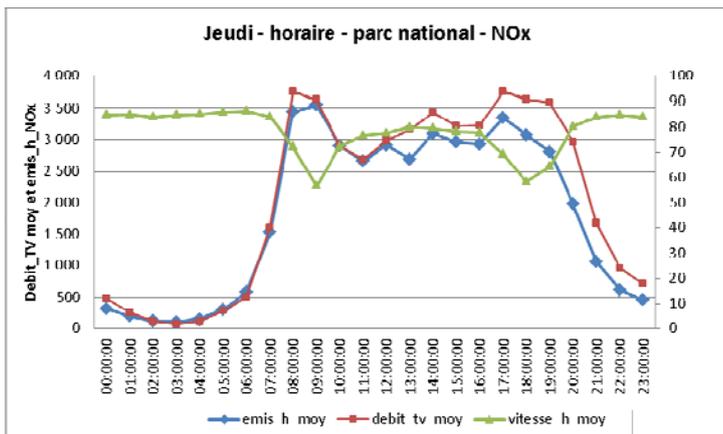
⇒ Gradient le long de la rocade sud : les émissions les plus élevées sont situées au niveau du carrefour du Rondeau.





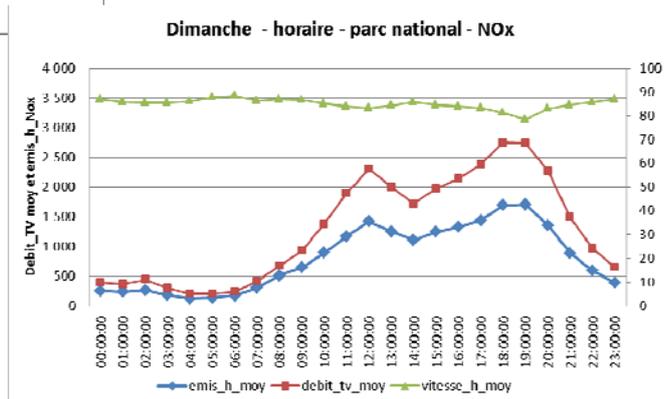
Evolution des émissions horaires de NOx selon la journée

Calcul horaire avec parc national



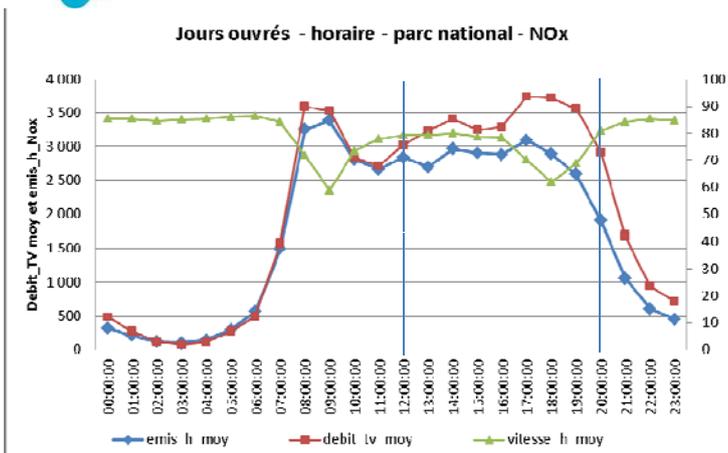
Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale

Emissions en g/h/km



Evolution des émissions horaires de NOx selon la journée (1)

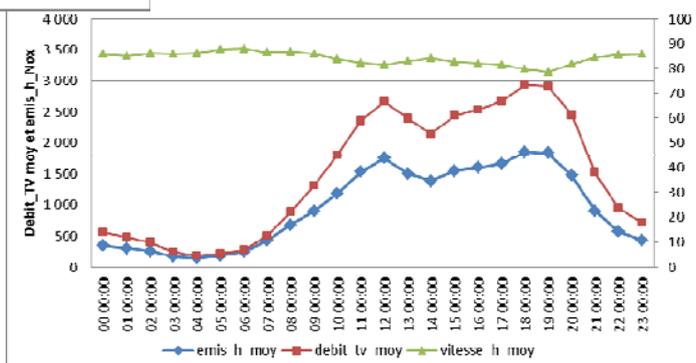
Calcul horaire avec parc national



Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale

Emissions en g/h/km

Week-end - horaire - parc national - NOx



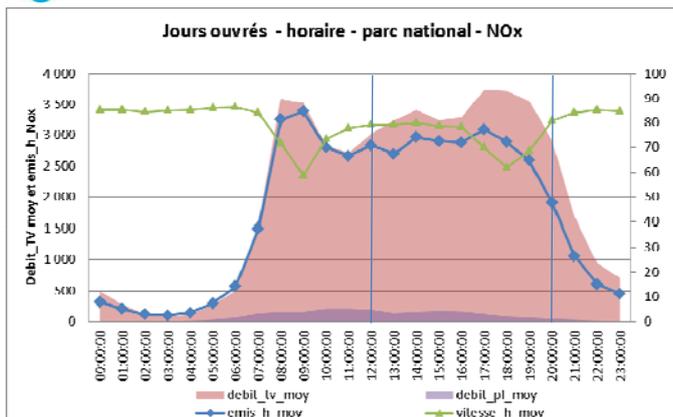
Le calcul des émissions est principalement basé sur le débit tous véhicules, la vitesse et également la part de poids lourds.

Ainsi, à trafic quasi équivalent (par exemple à 12h et à 20h, barres verticales), les émissions horaires de NOx peuvent être très différentes. Cet écart est dû à la part des PL (6% à midi, contre 1% à 20h)





Evolution des émissions horaires de NOx selon la journée (1)

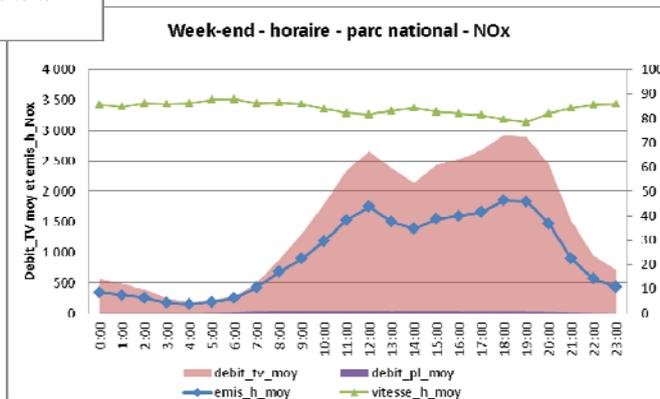


Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale

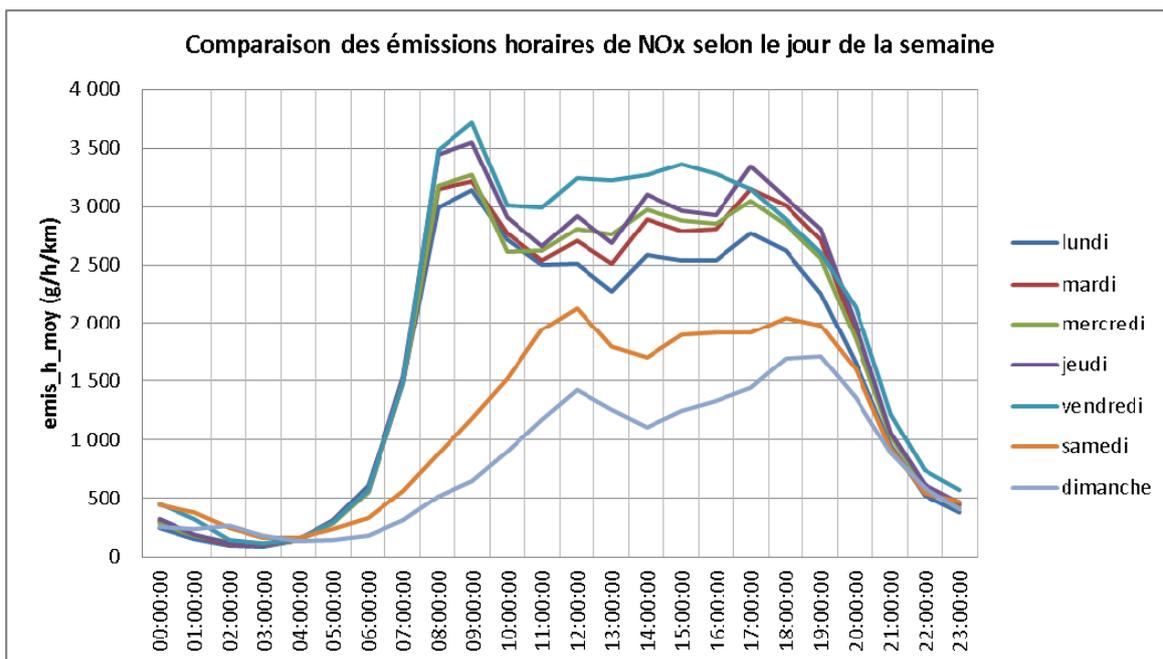
Emissions en g/h/km

Le calcul des émissions est principalement basé sur le débit tous véhicules, la vitesse et également la part de poids lourds.

Ainsi, à trafic quasi équivalent (par exemple à 12h et à 20h, barres verticales), les émissions horaires de NOx peuvent être très différentes. Cet écart est dû à la part des PL (6% à midi, contre 1% à 20h)



Evolution des émissions horaires de NOx selon la journée (2)

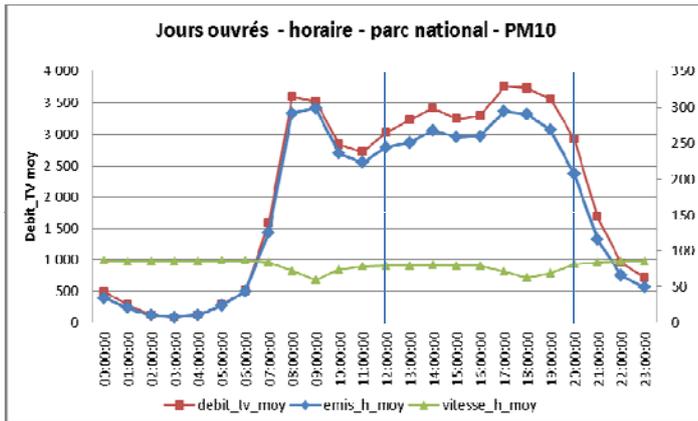


Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale





Evolution des émissions horaires de PM10 selon la journée (1)

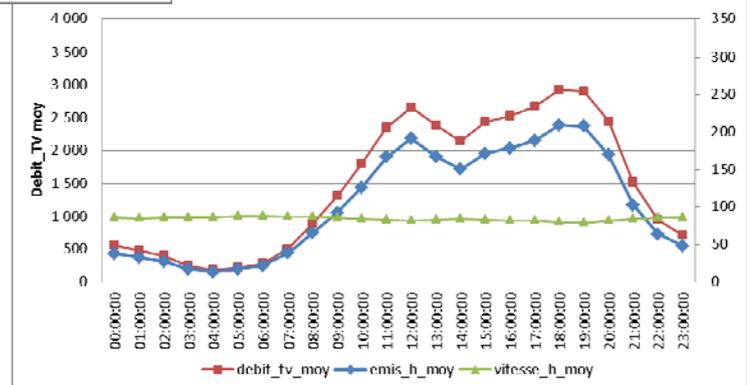


Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale
Emissions en g/h/km

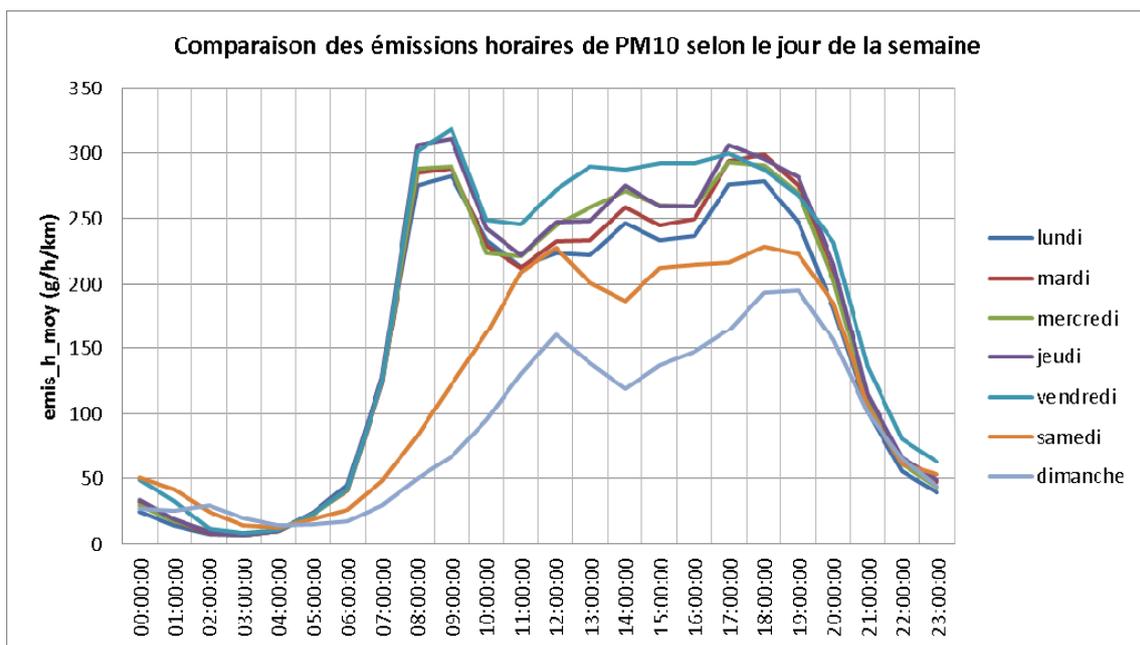
Quelque soit le jour de la semaine, la courbe des émissions de PM10 est globalement très corrélée à la courbe des trafics



Week-end - horaire - parc national - PM10

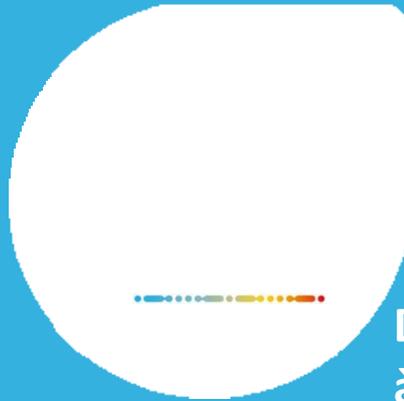


Evolution des émissions horaires de PM10 selon la journée (2)



Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale





Du pas de temps horaire
à 6 mn



Moyenne 6 minutes des NOx et PM10 pour chaque comptage

Calcul 6 minutes avec parc national

	id_comp	emis_moy_nox (g/h)	emis_moy_pm10 (g/h)
Le Rondeau	137	161,4	15,6
	138	175,5	17,0
Etats Généraux	139	155,1	15,1
	140	151,9	14,5
Echirolles	141	153,1	15,0
	142	149,4	14,3
Eybens	143	150,6	14,7
	144	145,8	14,4
St Martin d'Hères	145	133,0	13,1
	146	137,4	13,3
Meylan	147	130,7	12,7
	148	128,3	12,5
TOTAL		147,7	14,4

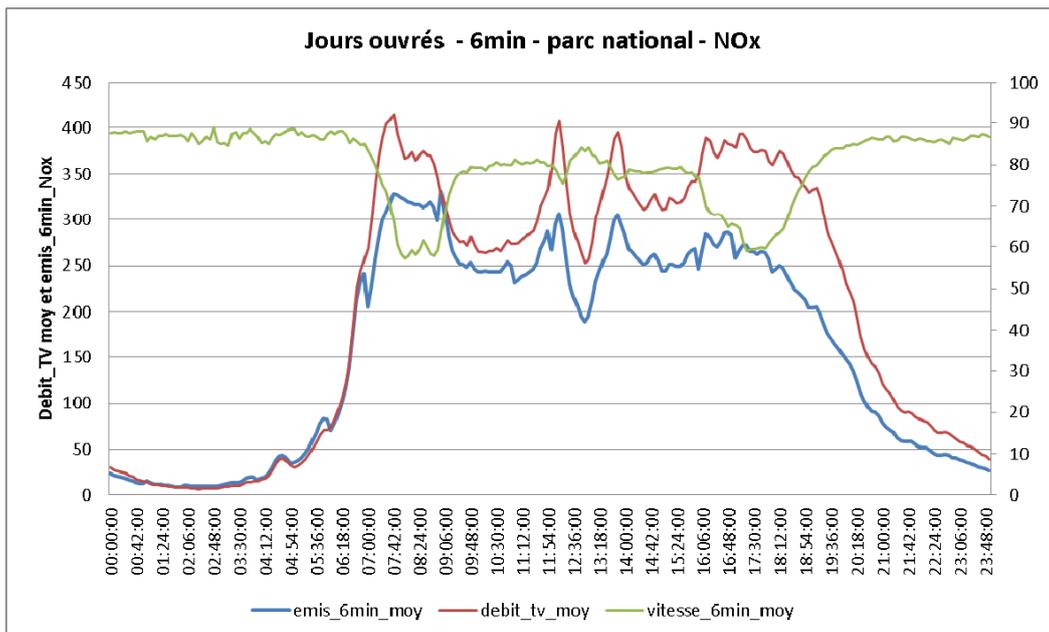
⇒ Comme pour les données horaires : gradient le long de la rocade sud : les émissions les plus élevées sont situées au niveau du carrefour du Rondeau.

Remarque : en agrégeant les données 6 minutes, en moyenne, on obtient les mêmes valeurs que pour le calcul horaire. Les écarts proviennent principalement du nombre de données 6 minutes disponibles.





Evolution des émissions 6 minutes de NOx selon la journée (1)

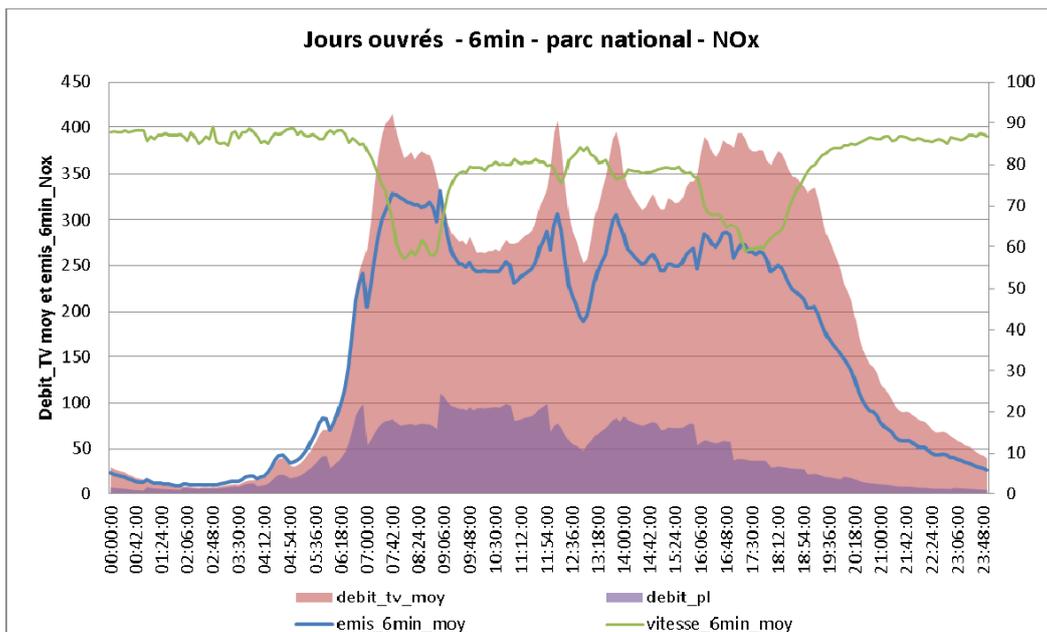


Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale, émissions en g/6min/km

Les émissions 6 minutes permettent de repérer des « pics » qui sont lissés si on s'intéresse aux émissions horaires, notamment entre 12h et 14h



Evolution des émissions 6 minutes de NOx selon la journée (1)



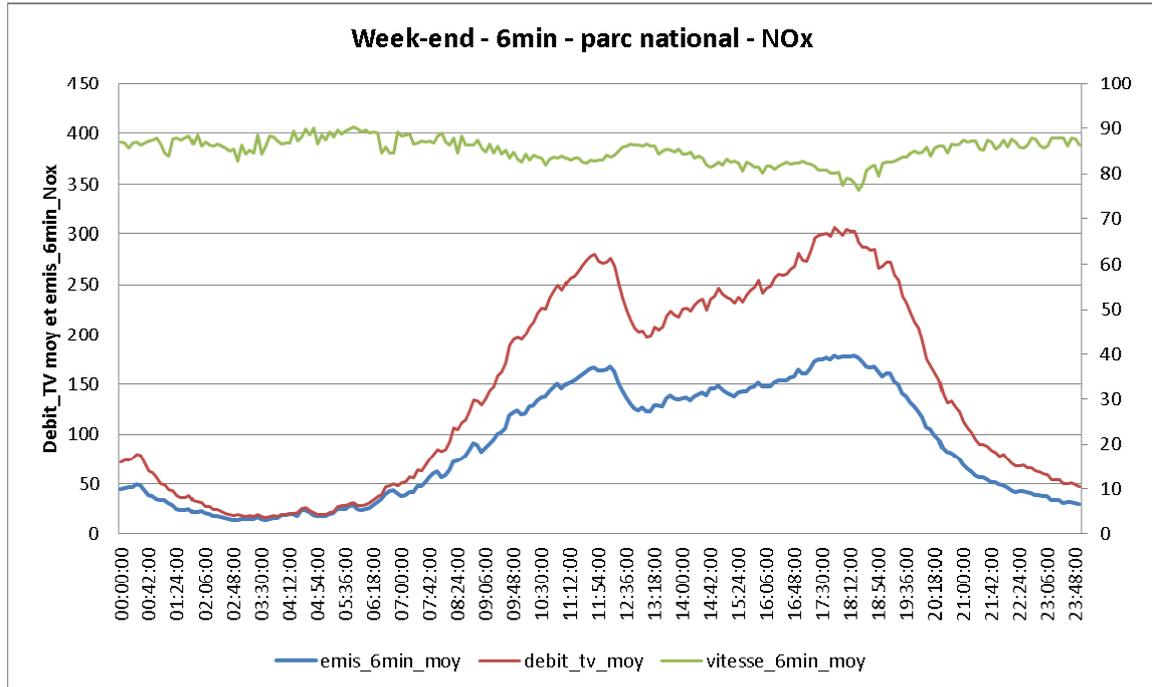
Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale, émissions en g/6min/km

Les émissions 6 minutes permettent de repérer des « pics » qui sont lissés si on s'intéresse aux émissions horaires, notamment entre 12h et 14h

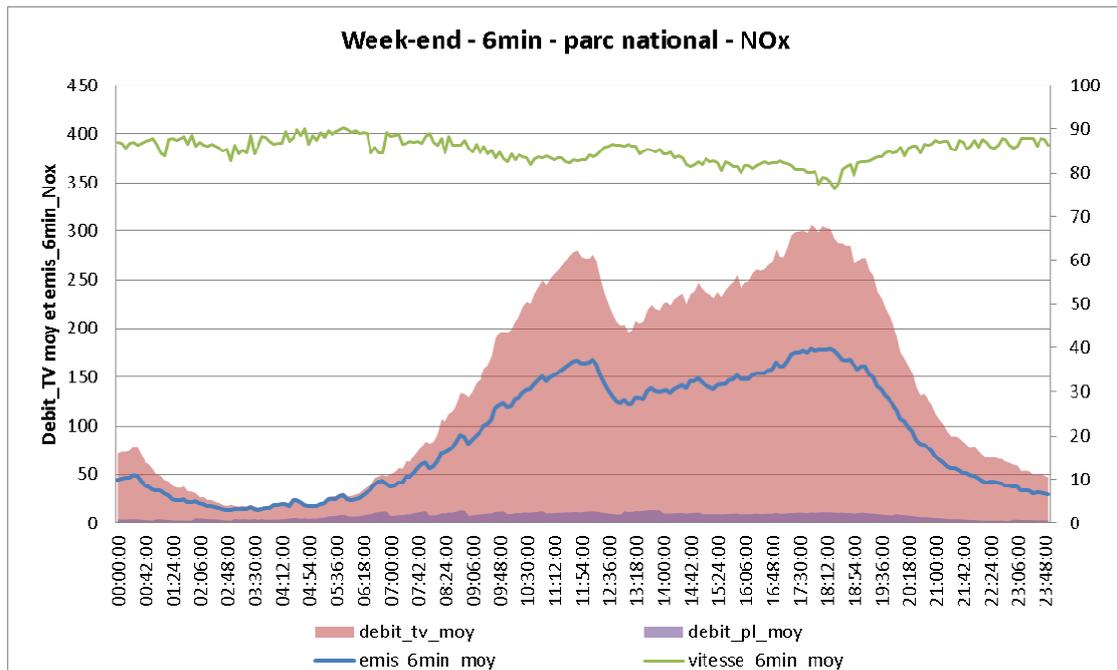




Evolution des émissions 6 minutes de NOx selon la journée (2)

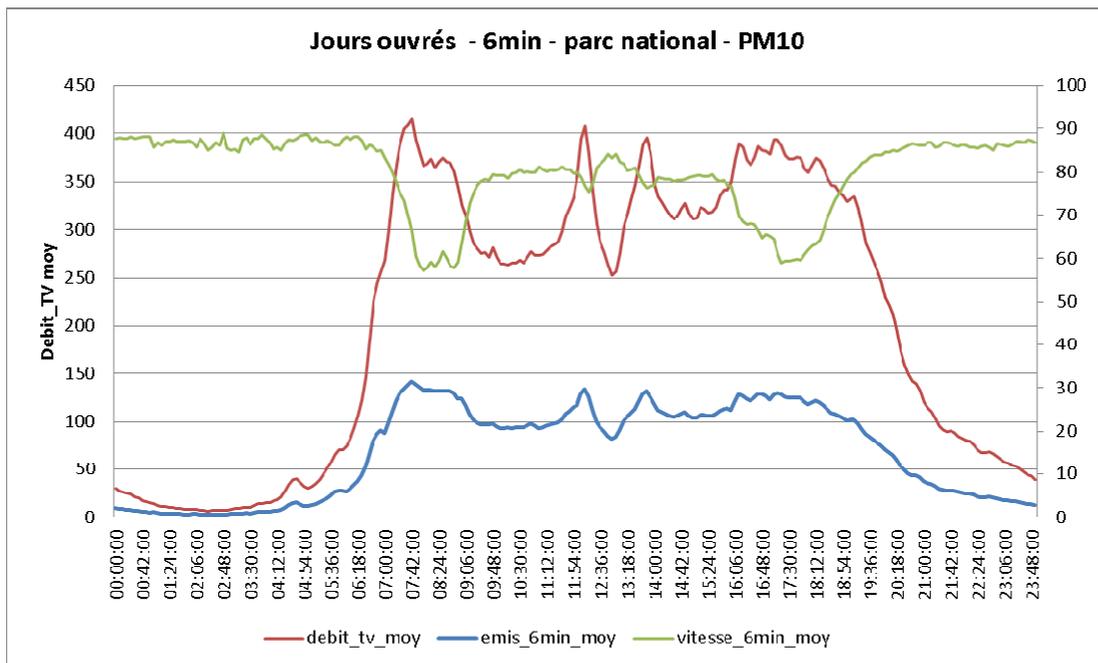


Evolution des émissions 6 minutes de NOx selon la journée (2)





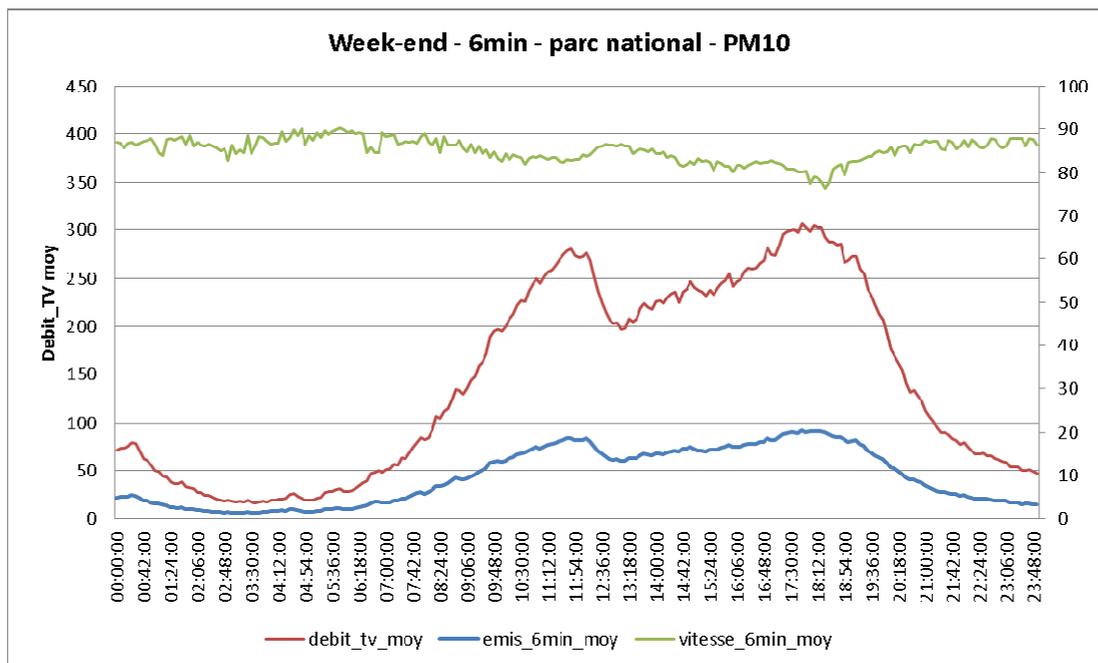
Evolution des émissions 6 minutes de PM10 selon la journée (1)



Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale, émissions en g/6min/km



Evolution des émissions 6 minutes de PM10 selon la journée (2)

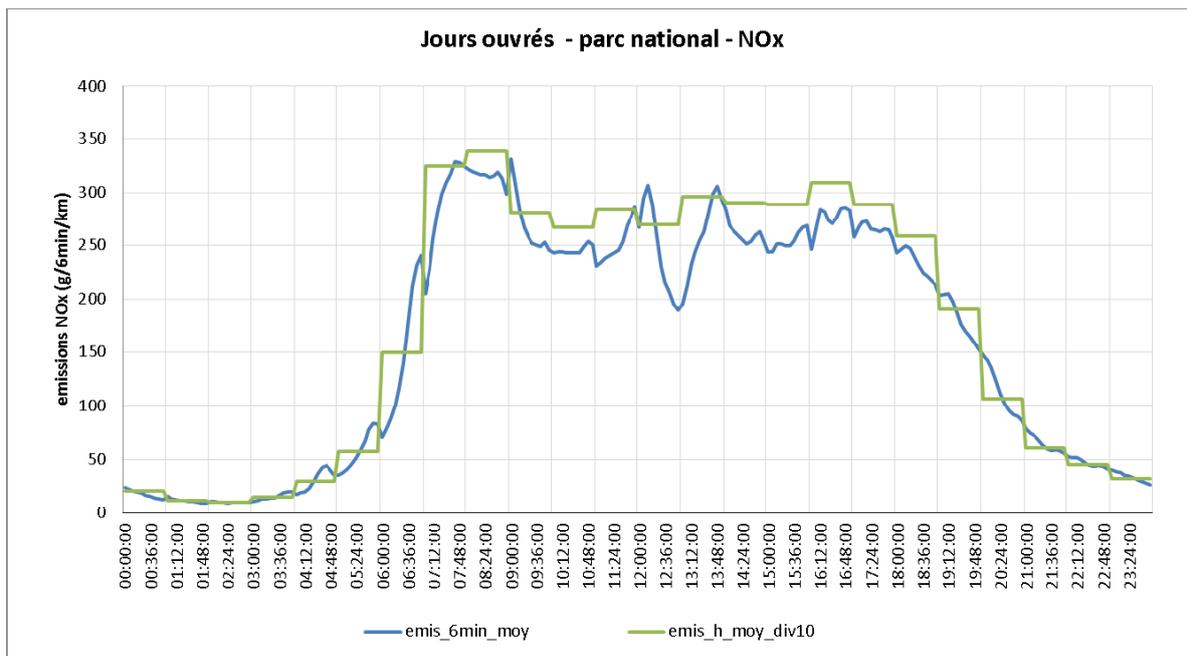


Semaine hors vacances scolaires de la région Rhône-Alpes, heure locale, émissions en g/6min/km





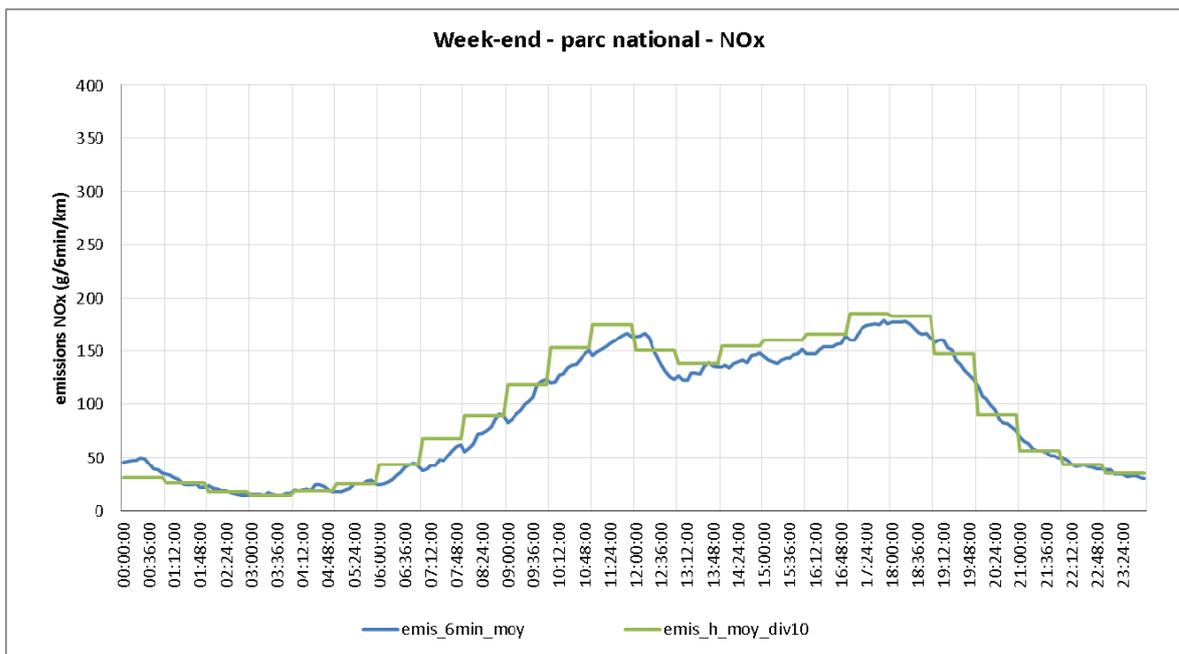
Comparaison émissions horaires et 6 minutes (1)



Sur les jours ouvrés, en moyenne sur 6 minutes, les émissions de Nox calculées sur le pas de temps 6minutes (162 g/km/6min) sont inférieures de 8% aux émissions de Nox calculées sur le pas de temps horaire (176 g/km/6min)



Comparaison émissions horaires et 6 minutes (2)



Sur les week-end, en moyenne sur 6 minutes, les émissions de Nox calculées sur le pas de temps 6minutes (89 g/km/6min) sont inférieures de 7% aux émissions de Nox calculées sur le pas de temps horaire (95 g/km/6min)



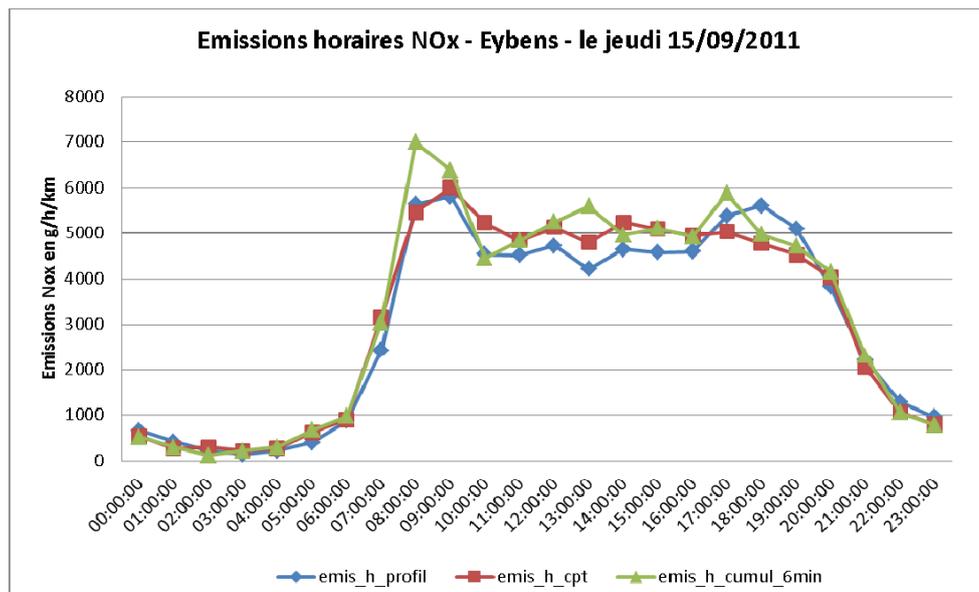
➔ Récapitulatif

- La variabilité des émissions 6 minutes est moins importante que ce à quoi on aurait pu s'attendre. Cependant, elles permettent quand même de distinguer des « pics » d'émissions, non détectables sur un pas de temps horaire
=> voir s'il y a une influence lors de la modélisation de la QA
- Comparaison émission moyenne NOx :
 - Emission moyenne de NOx 6 minutes : 148 g/6min/km
 - Emission moyenne de NOx horaire (divisé par 10) : 156 g/6min/km=> avec le calcul 6 minutes, - 4.9 % des émissions de NOx
- Comparaison émission moyenne PM10 :
 - Emission moyenne de PM10 6 minutes : 14.4 g/6min/km
 - Emission moyenne de PM10 horaire (divisé par 10) : 14.8 g/6min/km=> avec le calcul 6 minutes, - 2.3 % des émissions de PM10

En moyenne, le calcul 6 minutes impacte plus les émissions de NOx.

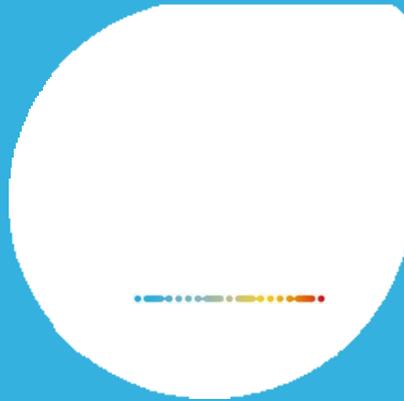


➔ 3 méthodes de calcul des émissions horaires



La courbe bleue représente les émissions horaires moyennes obtenues à partir de l'émission annuelle, et désagrégé selon un profil temporel. La courbe rouge correspond aux émissions horaires moyennes calculées à partir des données de comptages de la DIRCE. La courbe verte a été obtenue en cumulant les émissions 6 minutes.

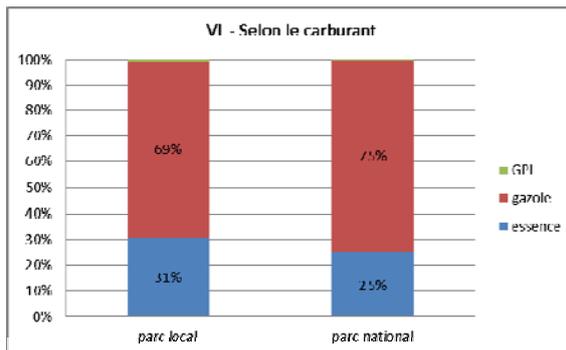




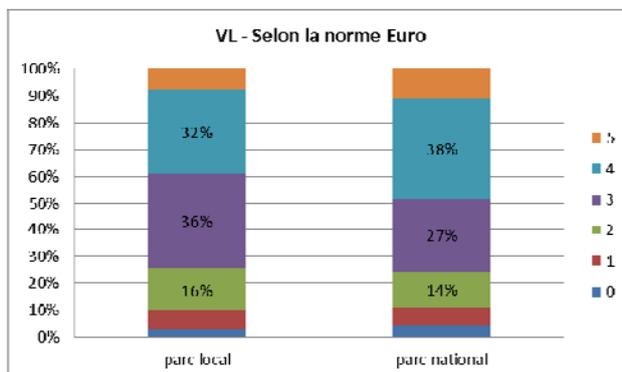
Sensibilité des émissions au parc roulant



Comparaison des parcs roulants (selon les types de véhicules)



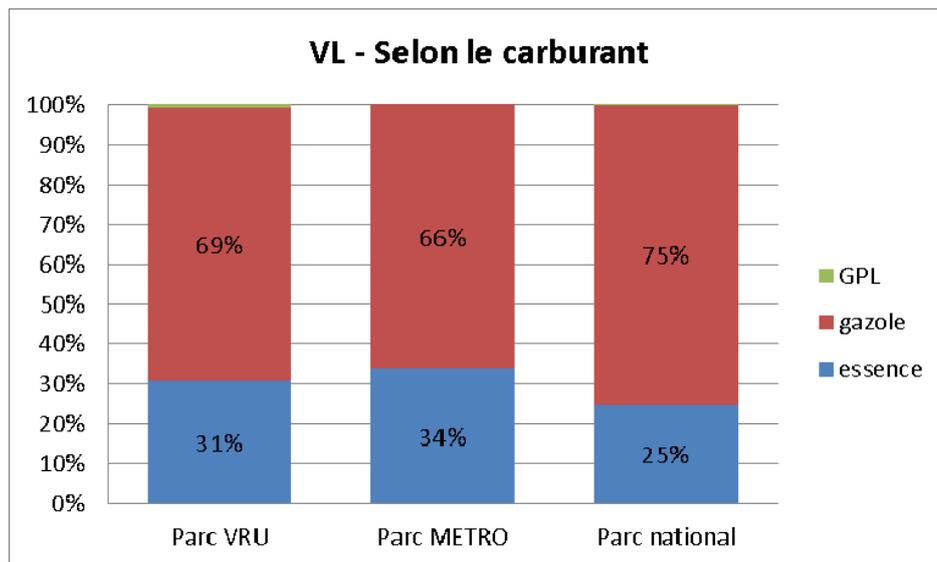
Le parc roulant de la Rocade Sud (parc local) possède plus de véhicules Essence que le parc national.



Le parc roulant local est plus ancien que le parc national : la proportion de VL Euro 3 est plus élevée dans le parc local.



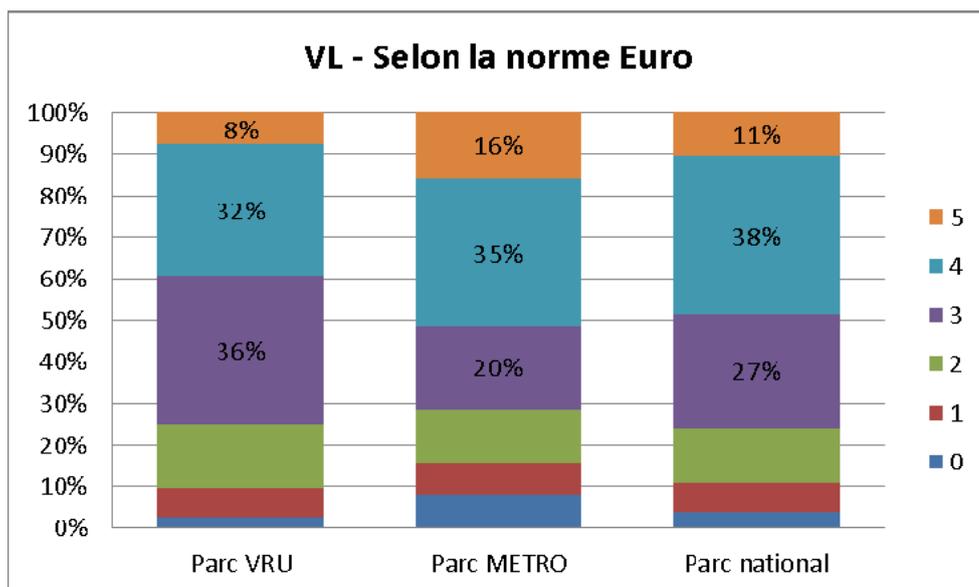
Comparaison des parcs roulants (1)



Le parc roulant de la Rocade Sud (parc VRU) possède plus de véhicules Essence que le parc national.



Comparaison des parcs roulants (2)



Le parc roulant local est plus ancien que le parc national : la proportion de VL Euro 3 est plus élevée dans le parc local.





Résultats globaux sur les émissions

Calcul 6 minutes avec parc local et national

	Parc local	Parc national	Ecart
Emissions 6 minutes NOx (g/km/6min)	137,98	148,29	- 6,9 %
Emissions 6 minutes PM10 (g/km/6min)	13,87	14,42	- 3,8 %



Moyenne 6 minutes des NOx et PM10 pour chaque comptage

Calcul 6 minutes avec parc local

	id_comp	emis_moy_nox (g/h)		emis_moy_pm10 (g/h)	
Le Rondeau	137	151,9	161,4	15,1	15,6
	138	165,5	175,5	16,5	17,0
Etats Généraux	139	144,1	155,1	14,5	15,1
	140	141,4	151,9	14,0	14,5
Echirolles	141	142,1	153,1	14,5	15,0
	142	138,8	149,4	13,7	14,3
Eybens	143	139,5	150,6	14,1	14,7
	144	135,0	145,8	13,8	14,4
St Martin d'Hères	145	122,9	133,0	12,6	13,1
	146	127,3	137,4	12,8	13,3
Meylan	147	121,0	130,7	12,2	12,7
	148	119,1	128,3	12,0	12,5
TOTAL		137,4	147,7	13,8	14,4

Globalement, on voit que les émissions 6 minutes de NOx et de PM10 sont plus faibles lorsqu'on se base sur le parc roulant local

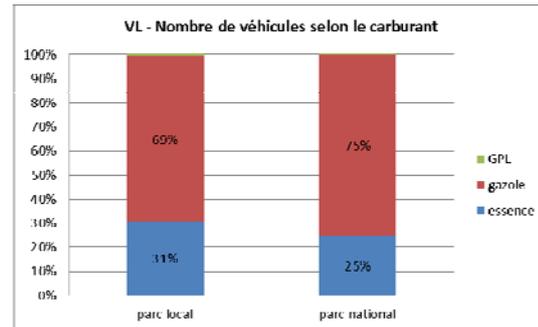
=> Comparaison des parcs pour voir quels types de véhicules sont responsables de cet écart



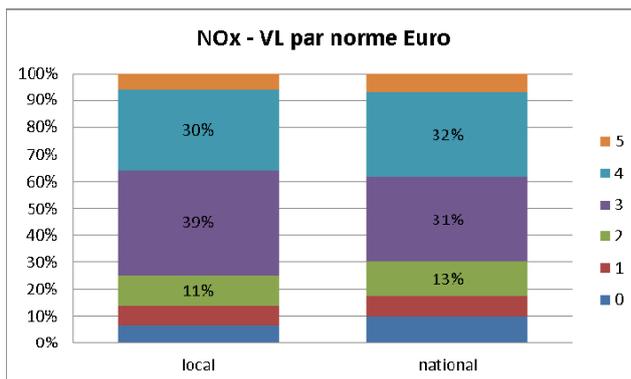


Comparaison des émissions 6 minutes selon le parc roulant (1)

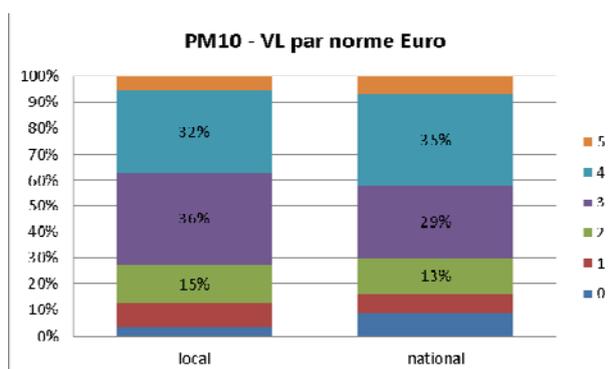
- ❖ La part des émissions de NOx dues aux VL est légèrement plus faible pour le parc local (65%) par rapport au parc national (69%)
- ❖ La part des émissions de NOx et de PM10 des VL est principalement due aux véhicules diesel : plus de 80% quelque soit le polluant et quelque soit le parc. Cependant il est important de noter que le parc *national* a tendance à sous-estimer le nombre de VL essence.



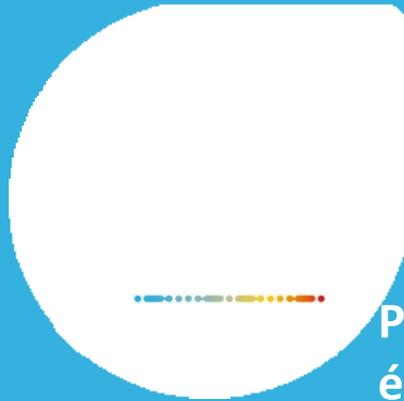
Comparaison des émissions 6 minutes selon le parc roulant (2)



Pour le parc local, la majorité des émissions de NOx est dû aux VL de norme Euro 3 (39%), alors que pour le parc national, les VL de norme Euro 3 et 4 ont le même poids dans les émissions de NOx



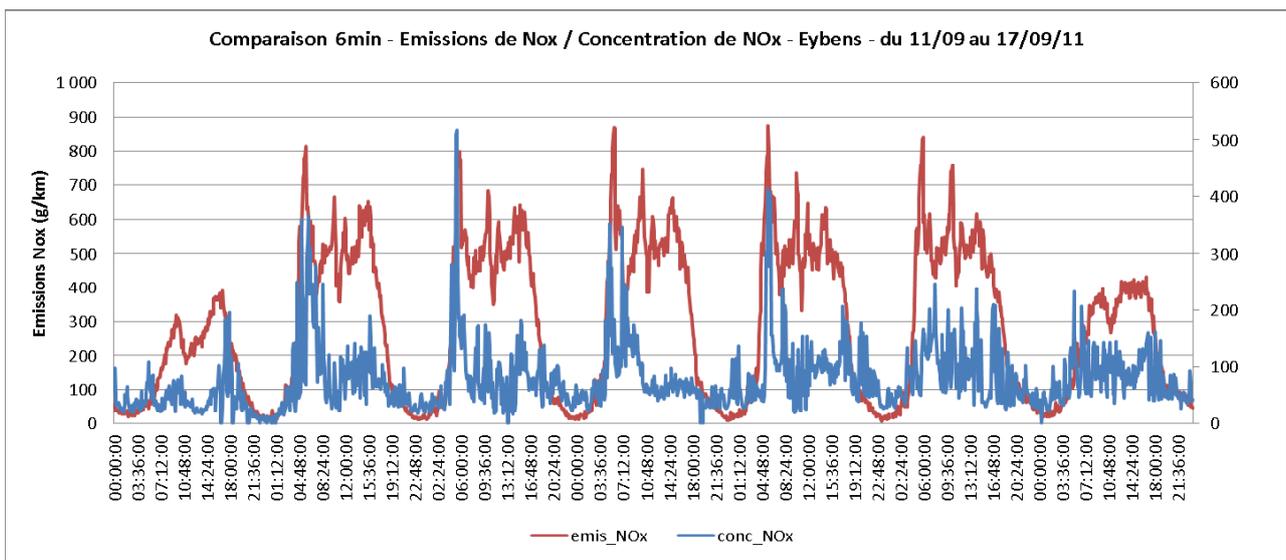
Les écarts entre les émissions de PM10 sont quasiment les mêmes que pour les NOx. On remarquera quand même que la part des VL pré-euro 1 est plus faible dans le parc local.



Premières comparaisons émissions/concentrations



Comparaison émissions et concentrations de NOx

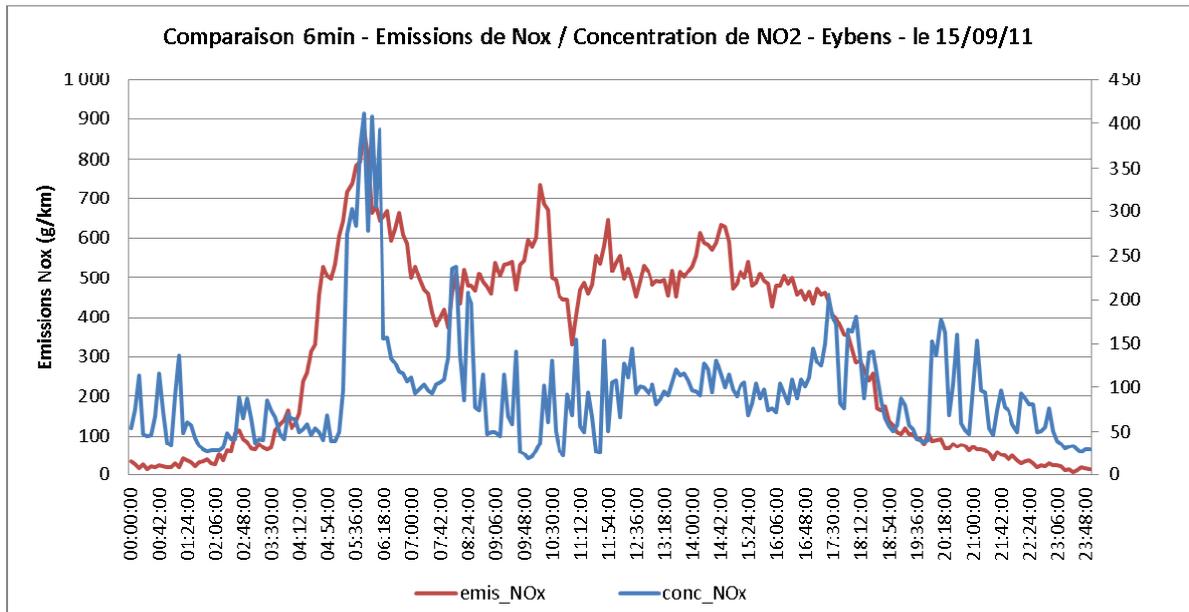


Période du dimanche 11/09 au samedi 17/09/2011 – heure TU

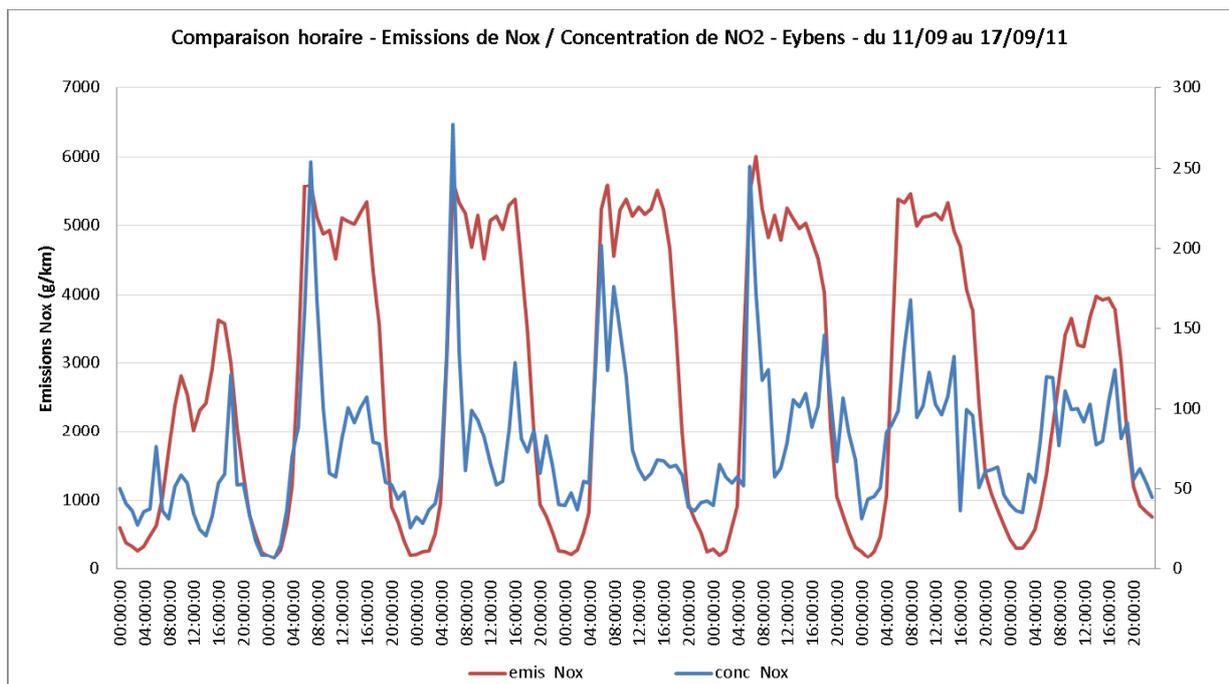




Comparaison émissions et concentrations de Nox – Zoom sur 1 jour

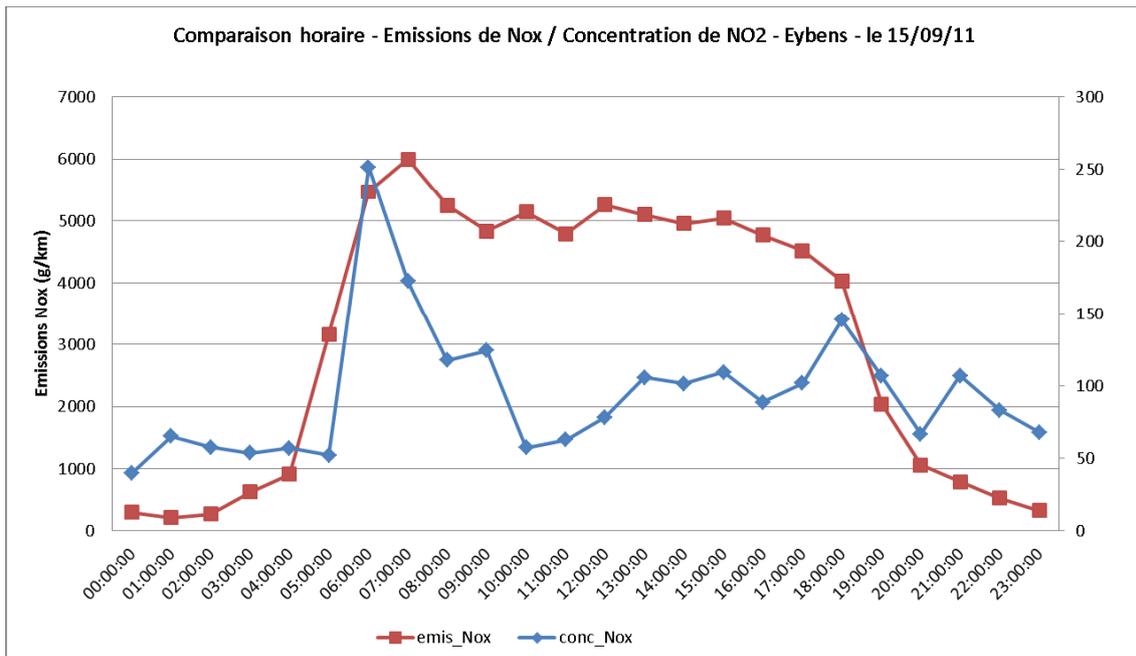


Comparaison émissions et concentrations horaires de Nox





Comparaison émissions et concentrations de Nox – Zoom sur 1 jour



Conclusion et perspectives

- Sensibilité au pas de temps :
 - Le calcul sur le pas de temps 6 minutes permet d'améliorer la variabilité des émissions de NOx et PM10 => voir si cette variabilité améliore la modélisation des concentrations à un pas de temps infra horaire.
- Sensibilité au parc roulant :
 - Parc VRU globalement plus ancien, donc impact légèrement plus important des VL Euro 3- dans les émissions.
- Perspectives :
 - Approfondir les différents profils de vitesses pour chaque pas de temps
 - Comparaison avec parc roulant local différenciant les types de véhicules selon les heures de pointe, les heures creuses et les heures de WE.





Programme PREDIT- Groupe Opérationnel 2 - Gestion du trafic

Contrat n° 2010 MT CVS 121

Financement : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Énergie

Mesure et mOdélisation
de la COngestion et de la Pollution
Tâche 0

Rapport n° 0.3
Avancement 2013

Juillet 2014

Christine Buisson

MOCOPo *Measuring and mOdelling
traffic COngestion and POLLution*



IFSTTAR



Auteur :

Christine Buisson Directrice de Recherche

LICIT, unité mixte de recherche de l'ENTPE et de l'IFSTTAR (département COSYS)

Résumé

Ce rapport présente l'avancement des travaux conduits dans le cadre du projet MOCOPO (Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution) au cours de l'année 2013. Ce fut la dernière année du projet et le travail a consisté principalement à consolider les analyses, à écrire et présenter différents articles dans différentes revues et conférences.

Le rapport commence par présenter la méthodologie et l'objet des recherches conduites. Un état des livrables produits est ensuite fait. On justifie dans cette partie la réorganisation de la rédaction de certains livrables.

Plan du rapport

I.	INTRODUCTION	7
II.	OBJET ET METHODOLOGIE DES RECHERCHES CONDUITES DANS LE PROJET MOCOPO:.....	7
III.	TRAVAIL REALISE EN 2013.....	10
	Livrables prévus initialement.....	11
	Livrables fournis	12
IV.	CONCLUSIONS	15

Figures et tableaux

Figure II-1 : principales questions de recherches traitées dans MOCOpo.....	9
Figure II-2 : méthodologie de recherche.....	9
Figure II-3 . lien entre mesures et modélisations dans le projet MOCOpo (Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution).	10
Figure II-4 : organisation des différentes tâches de MOCOpo.....	10
Figure III-1 : répartition géographique des 30 utilisateurs inscrits sur le site de MOCOpo en février 2014 (en vert, utilisateurs intéressés par les données de pollution, en bleu, utilisateurs intéressés par les données de trajectoires et de trafic).	13

I. INTRODUCTION

Ce rapport d'avancement synthétise le travail réalisé en 2013 et début 2014. Il commence tout d'abord par une présentation de l'objet scientifique traité et de la méthodologie générale du projet. Le travail conduit, ainsi que les différents livrables produits sont ensuite décrits.

II. OBJET ET METHODOLOGIE DES RECHERCHES CONDUITES DANS LE PROJET MOCOPO

Le sujet central du travail conduit dans MOCOPO a été le lien entre trafic autoroutier, congestion et pollution de l'air. La figure suivante résume l'ensemble des problématiques abordées. Décrivons plus en détail certaines d'entre elles :

- Comment les conditions de trafic modifient-elles les niveaux de pollutions émises par une quantité de voitures données. On sait en effet, qu'en mesure de sortie de pot d'échappement, on observe une courbe en « U » c'est-à-dire qu'un véhicule émet plus à faible et à grande vitesse qu'à vitesse moyenne. Ceci est vrai pour un véhicule. Une des questions abordées est de déterminer si cette courbe en U est représentative de l'ensemble du trafic, compte tenu du fait que les véhicules en congestion circulent à des vitesses hétérogènes, à cause notamment, des ondes de stop and go.
- Comment la variabilité des comportements de conduite sur autoroute peut-elle être d'une part caractérisée, d'autre part modélisée.
 - Pour la mesure de la variabilité des comportements, le recours pour la première fois en France à une méthode expérimentale déjà utilisée aux Pays bas, mais améliorée et enrichie, nous a permis de collecter environ 30 000 trajectoires de véhicules, sur 500 m environ (tâche 1).
 - Pour la modélisation, deux voies ont été suivies. La première avait pour objectif de fournir des équations analytiques de capacité en intégrant explicitement la variabilité interindividuelle des usagers. Des résultats ont été obtenus pour l'ensemble des discontinuités du réseau autoroutier (convergents, divergents et sections d'entrecroisement). La seconde méthode consiste à produire un modèle statistique dans lequel la variabilité des comportements est reproduite. La méthode a été appliquée sur les changements de voies (livrable 6.1) et sur la conduite en file (livrable 6.2).
- La connaissance fine du parc automobile circulant améliore-t-elle ou pas la prévision des émissions ?

Pour contribuer à répondre à ces questions, le projet a conduit des expérimentations correspondant aux trois premières tâches. Toutes ces expérimentations ont été conduites sur la RN87, rocade sud de Grenoble, en ce concentrant sur le sens intérieur, lieu des plus fortes congestions. La carte présentée sur la Figure II-1 localise toutes les stations de recueil.

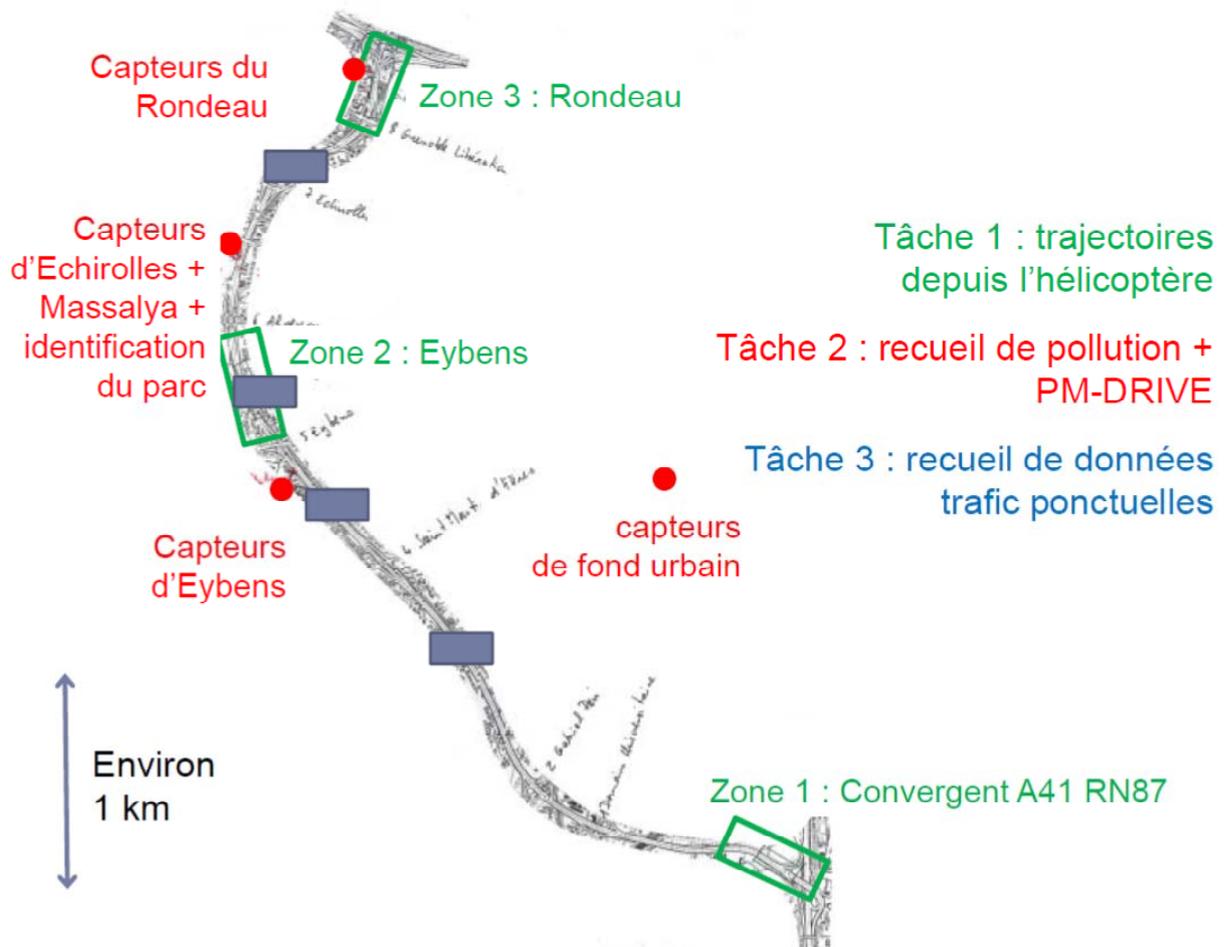


Figure II-1 : carte des recueils du projet MOCOPo sur la rocade sud de Grenoble (RN87).

La première tâche a récolté, par caméra haute définition montée sur un hélicoptère, environ 30 000 trajectoires de véhicules sur une longueur de 500 m. La seconde tâche a consisté principalement à recueillir, durant 4 périodes de 15 jours (correspondant aux 4 saisons), les polluants en trois points de la rocade (pour avoir différents niveaux de congestion), ainsi que dans un site permettant de mesurer le fond urbain. La période d'agrégation a été choisie plus courte que ce qui est fait habituellement (1/4 d'heure au lieu de l'heure). L'identification d'environ la moitié des véhicules circulant sur la rocade a été faite par lecture de plaques minéralogiques durant la période de recueil de polluants d'automne (septembre). La troisième tâche, quand à elle, a testé l'utilisation des magnétomètres pour déterminer des temps de parcours.

Initialement, l'ensemble des mesures devaient avoir lieu simultanément. Finalement, seules les deux premières tâches ont eu une période de recueil commune du 12 au 16 septembre 2011. Ceci a rendu impossible la réalisation d'une sous partie du travail de la tâche 4. L'ensemble des mesures réalisées ont été mises à disposition de la communauté internationale sur le site web mocopo.ifsttar.fr.

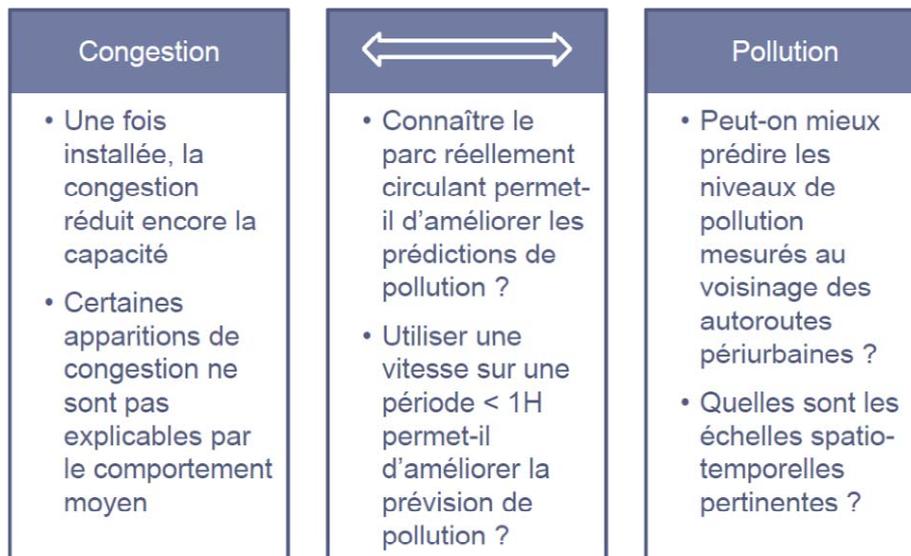


Figure II-2 : principales questions de recherches traitées dans MOCOPo

Pour répondre à ces questions, le projet à combiné mesures et modèles, tant de circulation, que de pollution. Alors que les mesures, nous l'avons vu, se sont concentrées sur un site unique, les démarches de modélisation ont été multiples :

- En trafic les deux voies suivies ont été :
 - modélisation analytique prenant en compte les variabilités par une formation macroscopique de la capacité ;
 - modélisation statistique pour prendre en compte et reproduire ces variabilités ;
- En pollution de l'air les modèles avaient pour but de reproduire toute la chaîne qui va du véhicule au niveau de pollution mesuré au niveau des capteurs : émissions en sortie de pot qui tiennent compte du trafic réel, puis dispersion dans l'air (qui tiennent compte des conditions météorologiques). En ce qui concerne la dispersion deux voies de modélisation ont également été suivies :
 - d'une part une modélisation des dispersions par le modèle SIRANE, utilisé par nombre d'associations pour la qualité de l'air, cet outil est largement diffusé ;
 - d'autre part une modélisation par l'outil Polyphémus, développé par le CEREA.

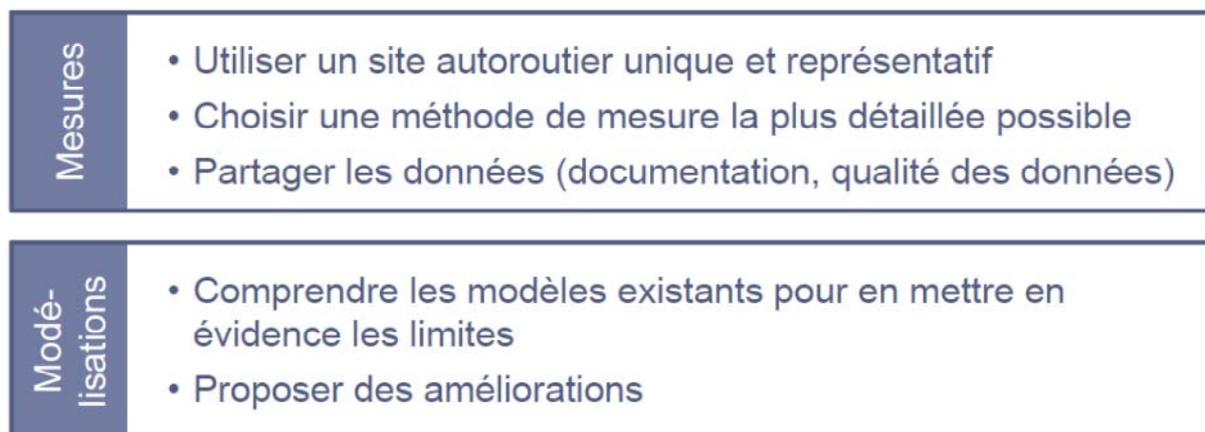


Figure II-3 : méthodologie de recherche.

Au cœur de la démarche du projet, la méthodologie a consisté à toujours faire le lien entre modélisations et mesures. En effet, l'enrichissement des modèles (ou l'invalidation des modèles préexistants, voir le livrable 5 par exemple) était rendu accessible grâce aux données extrêmement fines recueillies par les tâches 1 à 3 ; une fois les modèles développés, la disponibilité de ces données a permis la validation de ces modèles. La figure suivante illustre cette orientation.



Figure II-4 . lien entre mesures et modélisations dans le projet MOCOPo (Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution).

Nous avons décrit ci-dessus succinctement les différentes tâches de mesures, elles ont été naturellement accompagnées de tâches de modélisation, ainsi que l'illustre la figure suivante.

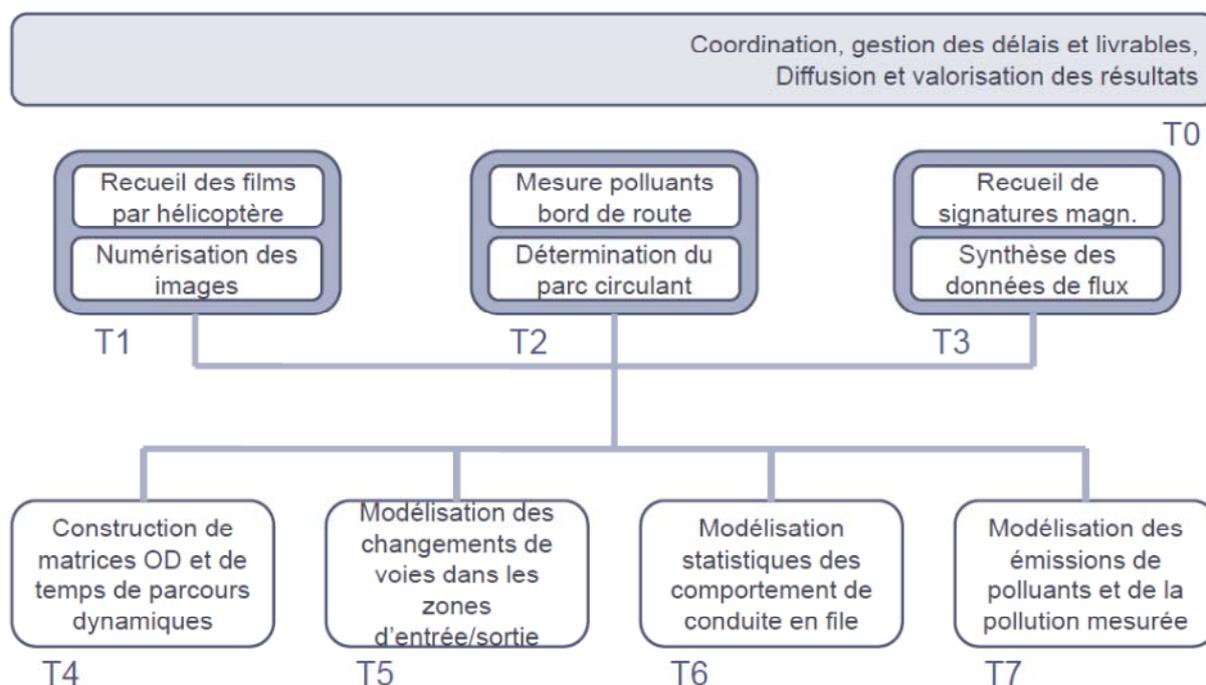


Figure II-5 : organisation des différentes tâches de MOCOPo.

III. TRAVAIL REALISE EN 2013

2013 a été l'année de la fin du projet. L'objectif a donc consisté à achever et valoriser le travail. Par exemple, au séminaire PREDIT de juin 2013 (voir le poster présenté en annexe), le projet a été nommé pour le prix du PREDIT. De nombreux articles ont été écrits. Cinq thèses (toutes financées par ailleurs) ont été réalisées en lien exclusif ou partiel avec MOCOPo. Lucie Polo a soutenu en octobre dernier son doctorat sur l'analyse des mesures de pollutions réalisées dans MOCOPo et dans PM-drive, projet Ademe coordonné par l'IFSTTAR (Aurélie Charron). Deux ont été soutenues début 2014

(correspondant respectivement aux tâches 6 et 7). Deux autres seront soutenues à l'automne 2014 (correspondant aux tâches 4 et 5). Les manuscrits seront mis à disposition sur le site web.

L'écriture des livrables prévus a été également une très forte activité en 2013, nous y revenons dans le paragraphe suivant.

Pour préparer la rédaction du livrable 0.4, une réunion a eu lieu au CERTU à Lyon, le 3 octobre 2013. Outre les différents membres de MOCOPo, nous avons bénéficié ce jour là, de la présence de plusieurs exploitants (DIR-CE), de personnes du CERTU et du CETE de Lyon. L'objectif de cette réunion était de lister les différentes régulations des autoroutes péri urbaines, de présenter l'état de l'art du fonctionnement de chacune d'entre elles et d'en déduire comment chacune pouvait conduire à la réduction des différentes externalités négatives générées par le trafic périurbain autoroutier :

- Congestion (temps perdu et variabilité des temps de parcours)
- Pollution de l'air
- Insécurité routière.

Le livrable 0.4 a été conçu pour synthétiser d'une part les débats qui ont eu lieu lors de cette réunion, d'autre part pour établir un guide de mise en œuvre de ces régulations.

Livrables prévus initialement

0. Coordination
 - 0.1 Rapports d'avancement et financier 2011
 - 0.2 Rapports d'avancement et financier 2012
 - 0.3 Rapports d'avancement et financier 2013
 - 0.4 Rapport de synthèse finale
1. Recueil de films vidéo et construction des trajectoires
 - Site web présentant le recueil
 - Site web d'accès aux trajectoires individuelles
2. Recueil de données de pollution
 - Site web d'accès aux données de pollution
 - Site web d'accès à la composition du parc automobile de la rocade Sud
3. Construction du fichier sur le passage des véhicules individuels sur les magnétomètres + Stockage des données agrégées
 - Site web d'accès aux données individuelles des magnétomètres et collectives
4. Construction de matrices OD et de temps de parcours à partir des caractéristiques magnétiques des véhicules sur les magnétomètres
 - 4.1 Rapport présentant l'algorithme de traitement des caractéristiques
 - Site web d'accès aux matrices OD et aux temps de parcours
 - 4.2 Rapport présentant la vérification de la matrice OD
5. Modélisation des changements de voies
 - 5.1 Rapport sur l'analyse des données et la modélisation des changements de voies
 - 5.2 Rapport de validation du modèle de ChV et impact sur la congestion
6. Modélisation statistique des comportements de conduite en file
 - 6.1 Rapport présentant le modèle stochastique et les résultats sur l'indicateur de risque
 - 6.2 Rapport présentant la construction d'un indicateur de risque sur les données individuelles des capteurs fixes
7. Modélisation des émissions et de la pollution
 - 7.1 Rapport sur les émissions prévues
 - 7.2 Rapport sur la cartographie des pollutions

Livrables fournis

0. Coordination
 - 0.1 Rapports d'avancement et financier 2011
 - 0.2 Rapports d'avancement et financier 2012
 - 0.3 Rapports d'avancement et financier 2013 (ce rapport)
 - 0.4 Rapport de synthèse finale (un plan est fourni pour l'instant)
1. Recueil de films vidéo et construction des trajectoires
 - Site web d'accès aux trajectoires individuelles
2. Recueil de données de pollution
 - Site web d'accès aux données de pollution
 - Site web d'accès à la composition du parc automobile de la rocade Sud
3. Construction du fichier sur le passage des véhicules individuels sur les magnétomètres + Stockage des données agrégées
 - Site web d'accès aux données individuelles des magnétomètres et collectives
 - 3 Rapport présentant les recueils et les données disponibles
4. Construction de matrices OD et de temps de parcours à partir des caractéristiques magnétiques des véhicules sur les magnétomètres
 - 4.1 Rapport présentant la méthode de construction d'une fenêtre temporelle pendant laquelle l'identification des véhicules est la plus probable
 - 4.2 Rapport présentant la méthode de ré-identification des signatures magnétiques
5. Modélisation des changements de voies
 - 5 Rapport présentant, pour les convergents, les divergents et les sections d'entrecroisement, une synthèse du travail réalisé sur les changements de voies : analyse des données et construction de formules analytiques d'estimation de la capacité.
6. Modélisation statistique des comportements de conduite en file
 - 6.1 Rapport sur la modélisation statistique des changements de voies (insertions de la zone 2)
 - 6.1 Rapport présentant le modèle stochastique de conduite en file
7. Modélisation des émissions et de la pollution
 - 7.1 Rapport sur les émissions prévues
 - 7.2 Rapport sur la modélisation des pollutions au point de recueil et la comparaison avec les mesures. Ce rapport présente également l'ensemble du recueil réalisé.

Examinons maintenant plus en détails les livrables par nature et par tâches et pourquoi les livrables ne sont pas exactement ceux prévus initialement.

Le site web mocopo.ifsttar.fr ne contient pas de description des recueils, contrairement à ce qui était prévu. Les descriptions sont intégrées aux rapports correspondants, mais leur traduction et synthèse en anglais n'a pas encore été faite. De plus, les données de trajectoires ne sont pas suffisamment nettoyées pour pouvoir pour l'instant être partagées avec la communauté. Nous mettons en place une procédure de « crowd sourcing » pour partager la mise en forme de ces données au niveau international avec des collègues, en échange d'un engagement à ne pas divulguer ces données pendant une période de 6 mois à l'extérieur du cercle des contributeurs.

Néanmoins, le site web est utilisé en particulier pour les données de pollution (voir la Figure III-1) et l'idée de partager les données séduit. Ceci a entraîné la participation de l'équipe MOCOPo a de nombreuses conférences sur l'open data.

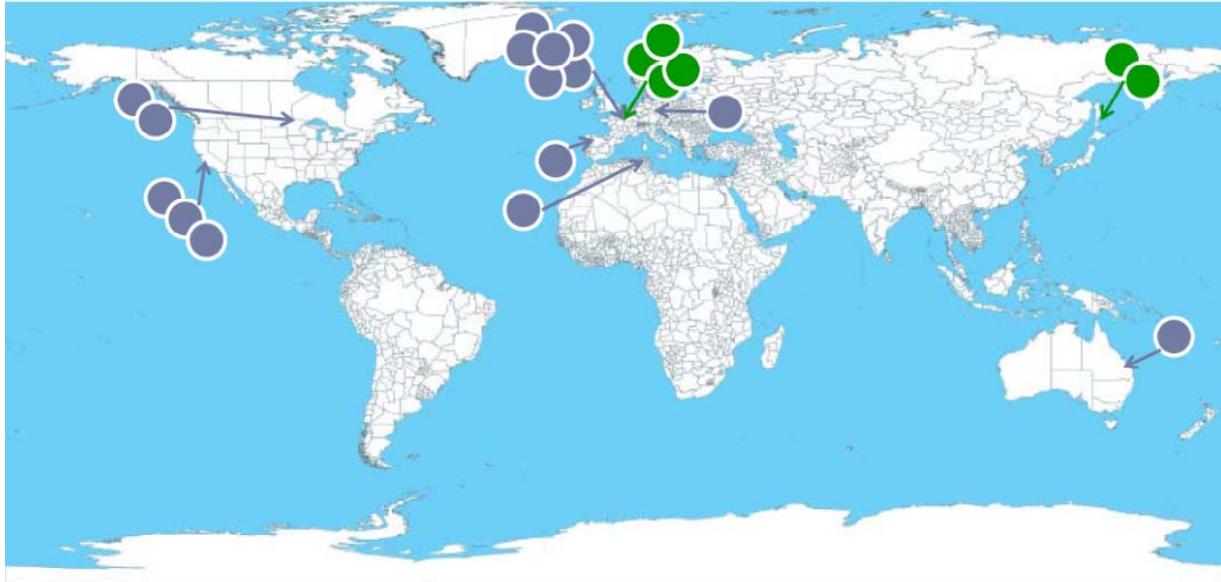


Figure III-1 : répartition géographique des 30 utilisateurs inscrits sur le site de MOCOPO en février 2014 (en vert, utilisateurs intéressés par les données de pollution, en bleu, utilisateurs intéressés par les données de trajectoires et de trafic).

Le site web contiendra l'ensemble des versions définitives des rapports et les principales présentations. Une version en français est en cours de préparation.

En ce qui concerne les rapports proprement dit, le rapport 3 n'était pas prévu mais a été fourni. Il présente la méthode de recueil et de consolidation des données magnétomètres et servira de base à une description de ce recueil sur le site web. Pour des raisons de disponibilité des capteurs, ce recueil n'a pas pu avoir lieu simultanément avec la collecte de trajectoire par caméra, et donc il s'est avéré impossible de confronter les matrices OD déterminées par les magnétomètres dans la tâche 4 avec celle déterminées par l'analyse des trajectoires reconstruites à partir des vidéos de la tâche 1. Le rapport 4.2 qui devait présenter la vérification de la matrice OD n'a donc pas pu être écrit. Une quotité de temps très faible (15 jours) lui était consacrée dans le projet initial. Toujours sur les travaux de la tâche 4, il faut noter que, également à cause de ces contraintes de temps, les deux sous-tâches qui devaient œuvrer conjointement à la construction de la matrice OD (l'INRIA étant responsable de définir les fenêtres temporelles pendant lesquelles conduire la ré-identification des signatures des véhicules mesurées par les magnétomètres et le LRPC d'Angers chargé de construire l'algorithme de ré-identification) n'a pas pu être faite. Néanmoins, deux rapports présentent chacun les contributions respectives à ce travail. L'application de ces deux algorithmes simultanément pourra maintenant être conduite.

En ce qui concerne la tâche 5, l'évolution de la recherche a conduit à écrire des articles traitant des sujets différents, prévus initialement pour être dans deux rapports séparés. Il ne nous a pas semblé utile de maintenir cette séparation, qui nous aurait conduits à dupliquer ces articles. Le rapport de la tâche 5 est donc unique.

Les rapports de la tâche 6 ont été réorientés pour tenir compte de la non disponibilité des données de trajectoires. Le travail conduit porte sur la modélisation statistique des deux phénomènes les plus importants en trafic : la conduite en file et le changement de voie.

Enfin, sur la tâche 7, chacun des rapports est conforme à ce qui était prévu, excepté que le rapport 7.2 contient également la description du recueil de la tâche 2.

IV. CONCLUSIONS

Financé par la DRI du MEDDE dans le cadre du PREDIT pendant 3 ans, le projet MOCoPo a réuni des intervenants de secteurs très divers : recherche académique (INRIA), recherche appliquée (CEREA, LRPC et IFSTTAR avec trois laboratoires : LTE, LEPSIS et LICIT), expertise (CETE de Lyon, CERTU) et association de surveillance de la qualité de l'air (Air Rhône Alpes), sans oublier l'exploitant du réseau, la DIR Centre Est qui a obligeamment donné accès à son réseau pour l'implantation des capteurs nécessaires au projet et fourni les données des capteurs existants. Pour ce qui est de la mesure de la pollution, la collaboration avec le projet PM drive a permis de mutualiser les recueils et donc d'améliorer encore la qualité et la quantité des données.

En France, dans la communauté des exploitants du réseau autoroutier, ainsi que dans celle des bureaux d'études, publics ou privés, travaillant sur ce sujet, les conclusions ont eu une notoriété importante qui (selon nous) sera amenée à augmenter encore avec la publication du livrable 0.4 permettant une meilleure vulgarisation. Ce projet a intéressé bien au-delà des frontières, les publications associées sont de très haut niveau et le public du site web est très largement réparti sur le globe.

Néanmoins, nous ne devons pas nous arrêter à ces succès, qui selon nous sont intermédiaires. En effet, la prise en compte de l'impact des conditions de trafic à petite échelle de temps sur la pollution est un travail qui ne fait que commencer. Ce n'est que par une meilleure compréhension des différents éléments de la chaîne (conditions de trafic, émission, diffusion, mesure au capteur) avec en particulier de plus fines analyses des sensibilités des différents composants de la chaîne, que l'on pourra mieux évaluer les contributions de la circulation automobile périurbaine sur la santé de nos concitoyens.

MOCOPo

Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution

- **Les partenaires**
Air Rhône Alpes, IFSTTAR, INRIA, CEREAs, MEDDE
- **Date de début et durée du projet**
Janvier 2011 – Décembre 2013
- **Budget du projet**
1 M € total
- **Montant de l'aide d'État et financeur**
350 k€ Direction de la Recherche et de l'Innovation MEDDE

► RÉSUMÉ

Le projet MOCOPo vise à améliorer la modélisation de la congestion et des nuisances associées sur les autoroutes urbaines. Il permet ainsi de mieux comprendre et évaluer l'efficacité des dispositifs de régulation du trafic.

PROBLÉMATIQUE - METHODOLOGIE

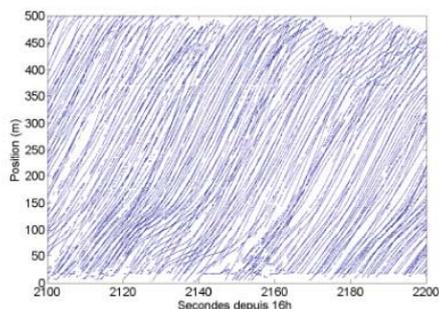
Les autoroutes urbaines sont parmi les voies les plus fréquentées des réseaux urbains, et le siège de congestions récurrentes.

Ces congestions induisent à la fois des pertes de temps et des consommations inutiles d'énergies non renouvelables, des pollutions accrues (GES, particules, NOx), des impacts sur la sécurité routière.



L'échangeur du Rondeau et la RN87 (source : DIR-CE)

La méthode consiste à associer des données complémentaires et très fines et le développement de modèles. Ceci porte sur trois nuisances liées à la circulation sur autoroute : congestion/ pollution/ insécurité.



Exemple de trajectoires de véhicules observés par hélicoptère au Rondeau le jeudi 15 septembre 2011

RÉSULTATS - AVANCÉES

MESURES

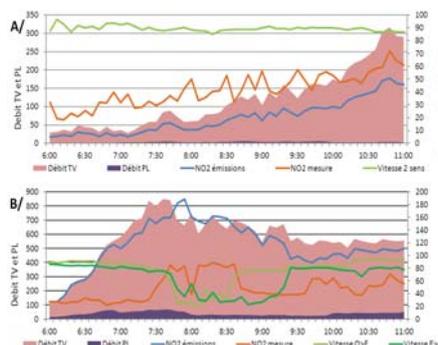
Relevés de trajectoires par hélicoptère pendant au total 12 heures. Certaines périodes étaient centrées sur l'apparition de la congestion. Trois zones sont concernées :

- La section d'entrecroisement du Rondeau (photo) ;
- Un convergent ;
- Une section avec peu d'entrées/sorties.

Les images de la caméra haute définition ont été traitées pour identifier les véhicules puis les suivre d'image en image.

Mesures de la pollution de l'air : les polluants classiques ont été relevés tous les ¼ d'heure en trois points de la RN87 (trafic) et en ville (fond urbain). En un point, on a relevé plus de 200 composés (en partenariat avec PM-Drive, projet ADEME).

La figure suivante illustre les différences de pollutions relevées suivant les niveaux de congestion.



Evolution du débit tous véhicules et poids lourds, de la vitesse des véhicules et des mesures de NO2 ainsi que des niveaux de NO2 émis prédits par le modèle SIRANE (en g/6min/km, sans prise en compte de la dispersion).

Identification des véhicules circulant sur la rocade par association entre plaque minéralogique et date de mise en service, motorisation (diesel, essence) et type.

Utilisation des données individuelles de magnétomètres pour calculer des temps de parcours et des matrices origines destinations.

MODELES

Congestion

Les modèles de l'écoulement du trafic autoroutier ne peuvent pas toujours prédire l'apparition de la congestion en particulier au voisinage des discontinuités du réseau routier : les convergents et les sections d'entrecroisement.

Pollution

Les nuisances en termes de pollution liées à la congestion sont pour l'instant prises en compte par les modèles d'émission au travers de vitesses moyennes horaires. Des fréquences d'agrégation plus faibles sur les données de trafic permettent elles de modéliser mieux les émissions et ainsi la pollution ?

Insécurité

Nos travaux portent sur la sécurité routière dans les files denses de véhicules successifs ou s'insérant depuis une rampe sur autoroute pour identifier les déviations par rapport à des conditions de sécurité.

DIFFUSION DES DONNEES

Le site web : mocopo.ifsttar.fr est ouvert à la communauté scientifique et permet :

- De mettre les données à disposition ;
- De documenter leur recueil ;
- D'échanger des codes de traitement et d'analyse des données ;
- De partager publications et rapports.

DÉBOUCHÉS - PERSPECTIVES

Les résultats vont être consolidés et de nouvelles publications réalisées. Au-delà de la communauté directement impliquée dans le projet, la rareté de l'association de différentes données très précises et très complémentaires intéresse toute la communauté scientifique concernée. Ces données conduiront à des avancées sur les comportements des usagers et les pollutions engendrées par les véhicules.

Pour notre part, nous publierons des recommandations multicritères (pollution, congestion, sécurité) pour la gestion dynamique des autoroutes périurbaines

