

## Action 1 – Métrologie du trafic\*

Ré-Mi HAGE\*\*, David BÉTAILLE\*\*, François PEYRET\*\*, Dominique MEIZEL\*\*\*

\* Choisir l'action de rattachement de l'article

\*\* Ifsttar, 44344 BOUGUENAIS CEDEX, david.betaille@ifsttar.fr - \*\*\* Xlim UMR CNRS n°7252, 87060 LIMOGES CEDEX

### Introduction

La notion de temps de parcours est une information simple à intégrer par les usagers des transports et a le potentiel, via des systèmes d'assistance, de réduire la congestion aussi bien de manière temporelle que spatiale.

Cette recherche en thèse porte sur la problématique de l'estimation du temps de parcours en ville.

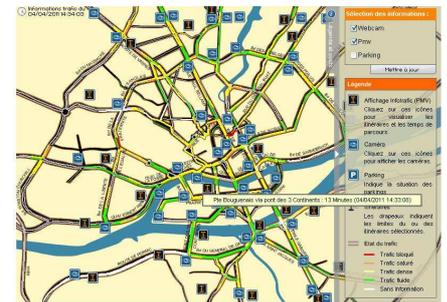
La thèse propose une estimation du temps de parcours d'un réseau urbain par fusion de données de boucles magnétiques et de véhicules traceurs. Une approche stochastique avec mise en œuvre d'un filtre de Kalman sans parfum est présentée.

### Etat de l'art

La circulation en ville se caractérise par un débit variable et un flux significatif de/vers des voies transversales non équipées de capteurs de trafic, flux qui agit comme perturbation de l'équation de conservation des véhicules.

La bibliographie présente des approches déterministes et stochastiques, utilisant, selon les situations expérimentales, soit des boucles inductives, soit des véhicules traceurs, soit les deux comme dans cette recherche.

La principale référence qui a alimenté notre propre approche est la thèse d'Ashish Bashkar à l'EPFL : il y présente une approche déterministe de fusion boucles et véhicules traceurs, et un logiciel : CUPRITE.



Exemple d'un service d'info trafic à Nantes

### Proposition

Nous proposons une méthode stochastique du type filtrage de Kalman sans parfum.

#### MODELE DE PREDICTION

Le modèle dynamique est basé sur la méthode analytique classique des stocks qui considère le décalage temporel entre les cumuls de véhicules entrants et sortants dans chaque tronçon du réseau. La formulation de ce modèle n'est pas explicite, ce qui justifie l'utilisation d'un filtre sans parfum :

$$\begin{aligned}
 TT_k(t) &= t - N_{uk}^{-1}(N_{dk}(t)) \\
 N_{dk}(t) &= N_{uk}(t - TT) + p_k(t) \\
 N_{uk}(t) &= N_{uk}(t - Ts) + q_{uk}(t) \times Ts \\
 q_{uk}(t) &= q_{uk}(t - Ts) \\
 p_k(t) &= p_k(t - Ts)
 \end{aligned}$$

Une équation de contrainte sur N existe aux nœuds.

#### MODELE D'OBSERVATION

Les observations utilisées sont :

- d'une part les boucles magnétiques en sortie des tronçons et
- d'autre part les temps de parcours de véhicules traceurs après map-matching.

$$x_k(t) = \begin{bmatrix} TT_k(t) \\ N_{dk}(t) \\ N_{uk}(t) \\ q_{uk}(t) \\ p_k(t) \\ N_{uk}(t - T_s) \\ \dots \\ N_{uk}(t - h_k \times T_s) \end{bmatrix} \quad k = 1, \dots, 6$$

Le vecteur d'état, pour chaque arc k du réseau considéré contient :

- le temps de parcours (TT),
- le comptage en sortie,
- le comptage en entrée,
- le débit,
- une perturbation locale du débit, et
- l'historique sur plusieurs minutes du comptage en entrée

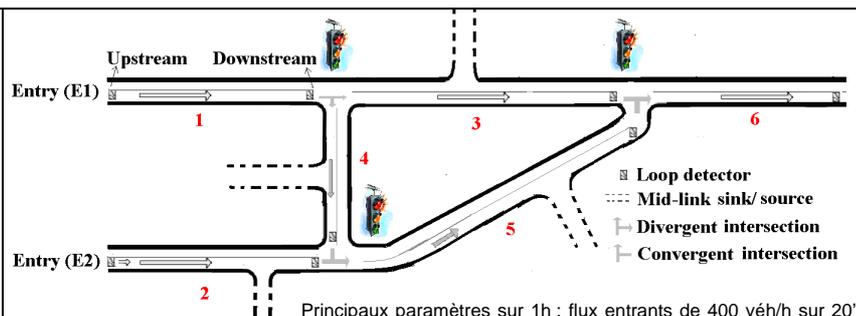
### Validation en simulation (avec Aimsun)

La méthode a été validée sur un réseau simple :

- sans connaissance des affectations aux nœuds ;
- avec perturbations (fuites ou sources) locales ;
- avec 1% de véhicules traceurs seulement.

### Conclusions et futurs travaux

L'affectation (i.e. le comptage AUSSI en entrée) est nécessaire à CUPRITE : pas ici ! Les perturbations faibles (quelques %) sont identifiables. Les temps de parcours sont estimés à moins de 10% d'erreur. On peut détecter des observations aberrantes. Et ce avec 1% de véhicules traceurs ! De futurs travaux visent l'expérimentation terrain.



### Références

Hage, R.-M. et al. (2012), « Unscented Kalman filter for urban network travel time estimation », 15th meeting of the EURO Working Group on Transportation.