

## Laboratoire Génie des Réseaux de Transport et Informatique Avancée (GRETIA)

---

### *Audit multi-critères du fonctionnement d'un carrefour à feux*



**L**a recherche porte sur l'observation et l'évaluation du fonctionnement d'un carrefour à feux selon différents points de vue : niveau de risque, niveau de confort, niveau de service offert, coûts environnementaux induits, etc.

A partir de l'observation continue du carrefour à feux par des capteurs à couverture spatiale, on cherche à décrire et caractériser l'écoulement du trafic dans l'infrastructure régulée par des feux. Il s'agit d'analyser la dynamique de déplacement des usagers et son articulation avec la stratégie de régulation appliquée

### Le contexte

Ces recherches sont conduites dans le cadre du projet « Carrefour Intelligent » (voir fiche GRETIA **Carrefour Intelligent**). Grâce à un dispositif multi-capteurs vidéo et boucles alimentant un système d'analyse de la scène, on cherche à détecter des caractéristiques pertinentes du déplacement des usagers en lien avec l'état des feux du carrefour, pour élaborer et suivre en continu un large spectre d'indicateurs.

L'évolution de ces indicateurs peut être étudiée à des fréquences très courtes (de l'ordre de la durée de cycle des feux) et analysée relativement aux conditions de trafic en cours (intensité de la demande, occurrence d'incidents, etc.).

Par ailleurs, une base de données de scènes de trafic observées sous différentes stratégies de commande des feux nous permet d'étudier l'incidence de la régulation sur les différents critères.

### Les objectifs

Les objectifs de l'étude peuvent se décrire sur trois plans :

- **sur le plan des méthodes** : on cherche à enrichir les modes d'évaluation des stratégies

de commande des feux, en incluant notamment les effets induits sur le comportement des usagers et sur l'environnement ;

- **sur le plan des résultats** : ces méthodes permettent de mettre en évidence les bénéfices potentiels des stratégies de régulation temps réel, comme la méthode CRONOS mise au point à l'INRETS (voir fiche GRETIA **CRONOS**) ;
- **sur un plan opérationnel** : on développe un prototype de système intégré de gestion des carrefours à feux qui permet l'audit multi-critères de la stratégie de commande des feux.

### Un thème transversal

#### **Restituer l'écoulement du trafic**

La scène est observée par plusieurs caméras, qui donnent des informations d'occupation de la chaussée mais n'individualisent pas les véhicules ; il faut donc se doter de moyens pour reconstituer les déplacements dans le carrefour à partir d'outils d'interprétation des mesures issues des différents capteurs vidéos et boucles. L'écoulement du trafic est restitué à différents niveaux :

- **La scène globale** La première approche traitée vise à reconstituer la cohérence spatio-temporelle des flux traversant la scène dans sa globalité. On a développé par exemple le module ORIDI qui reconstitue les origines-destinations à chaque cycle de feux : la demande observée pour chaque entrée et chaque mouvement direct et tournant.
- **Des zones clés du carrefour** De façon duale, on peut focaliser l'analyse sur des zones clés du carrefour, sensibles ou complexes, comme les lignes de feux par exemple. C'est ainsi que nous mettons en œuvre une méthode de classification des mesures vidéo d'occupation spatiale par cartes auto-organisatrices (méthode de la famille des réseaux de neurones) qui traite à la seconde les formes perçues localement (module SOM).

#### **Une problématique d'Intelligence Artificielle**

*La structure du système Carrefour Intelligent permet de développer différents modules au sein d'un environnement de programmation objet temps réel, en utilisant des techniques relevant de l'intelligence artificielle : système à base de règle, raisonnement temporel, réseaux de neurones, base de données historisées. Les problématiques que nous explorons relèvent de champs de recherche d'actualité : la prise en compte du contexte dans la reconnaissance des formes, l'apprentissage permanent, la focalisation.*

## Trois domaines d'expertise abordés

### **Régulation et fluidité du trafic**

On cherche à **quantifier les effets de la commande de feux sur la répartition des véhicules** sur la chaussée. Il s'agit de caractériser chaque cycle d'un feu donné (succession vert / jaune / rouge) en fonction de la présence de véhicules induite devant le feu et son antagoniste : durée de présence, durée d'attente, longueur maximale de file, etc. La distribution de ces diverses caractéristiques est analysée et confrontée d'une stratégie à l'autre, à demande comparable. L'objectif consiste à trouver des caractéristiques discriminantes entre stratégies, et d'élaborer sur cette base de nouveaux indicateurs pour qualifier l'efficacité d'une commande de feux.

### **Les références**

- Midenet S., Boillot F., Pierrelée J.C. (2000) *Enjeux de la régulation aux carrefours pour réduire la consommation et la pollution : résultats expérimentaux*, 9<sup>ième</sup> colloque international « Transport et Pollution de l'air », Avignon France juin 2000, Actes INRETS n°70, pp 547-552
- Boillot F., Midenet S., Pierrelée J.C. (2000) *Real-life Cronos evaluation*, 10<sup>th</sup> International Conference on Road Traffic Information and Control, IEE London England April, n°472, pp 182-186
- Midenet S. (1998) *Cartes auto-organisatrices pour l'interprétation de mesures spatiales et la description du trafic au centre de carrefour*, Session Transport du congrès « Systèmes complexes, systèmes intelligents et interfaces » Nîmes 98, La lettre de l'IA, n°134-135-136, mai-août, pp 240-244

### **Régulation, confort et sécurité**

Nous nous intéressons en premier lieu aux **franchissements de feux rouges** et à l'incidence de la régulation sur les taux d'infraction observés. Nous utilisons principalement des méthodes de focalisation pour l'analyse des lignes de feux.

L'évaluation des effets de la régulation d'un carrefour sur la sécurité ne concerne pas seulement les infractions ; c'est pourquoi nous avons défini récemment un sujet de thèse de doctorat pour traiter de l'incidence d'une régulation sur le comportement, la gêne et le risque. Nous analysons actuellement **la méthode des conflits de trafic** qui doit permettre de mettre en évidence un continuum de **situations révélatrices de gêne, d'inconfort ou de risque**, situations qu'il s'agira ensuite de détecter automatiquement. Certains nouveaux indicateurs de l'efficacité de la commande de feux (voir paragraphe ci-dessus) pourront alimenter également cette étude.

### **Régulation et pollution**

Un modèle d'évaluation des coûts environnementaux induits par le fonctionnement d'un carrefour à feux isolé a été mis au point, afin d'estimer **l'émission de polluants et la consommation de carburant** moyennes selon la catégorie de véhicule (diesel, essence avec ou sans catalyseur). Les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> liées à l'effet de serre sont estimées ainsi que celles des polluants CO, HC et NO<sub>x</sub>.

Les véhicules contribuent différemment aux bilans calculés suivant qu'ils marquent ou non l'arrêt aux feux en traversant le périmètre observé ; on fait appel aux travaux relatifs à la reconstitution globale de la scène de trafic pour quantifier ces deux catégories de véhicules pour chaque mouvement.

Le modèle a été calibré sur le carrefour instrumenté devant l'INRETS-Arcueil grâce à des relevés de cinématique en conditions de conduite réelles, et grâce aux mesures d'émission instantanées correspondantes fournies par le laboratoire LTE de l'INRETS-Bron. Il a permis de quantifier les coûts consommation/pollution suivant la stratégie de commande des feux appliquée et d'évaluer sur quelques cas l'ordre de grandeur du surcoût qu'occasionne la formation d'une remontée de file depuis un carrefour aval.