

# Le projet OptiCities de la métropole de Lyon

**OPTICITIES**  
ENHANCING SMART MOBILITY

**L**e projet Européen Opticities développe et teste des outils ITS particulièrement innovants dans le contexte urbain : outils de collecte de données innovants, régulation de trafic multimodale temps réel, information multimodale temps réel, outils stratégiques d'aide à la décision. Coordonné par la Métropole de Lyon, il a été lancé fin 2012 et rassemble 25 partenaires de 7 pays d'Europe soutenus par la Commission Européenne, la DG Recherche et Innovation. Une des actions d'Opticities concerne l'intégration de la prédiction de trafic à 1h dans les outils de régulation de trafic de la métropole de Lyon et de la ville de Birmingham. La société SPIE, en charge du développement du système de régulation du trafic de la métropole de Lyon est partenaire du projet Opticities pour cette action.

Le PC routier de la métropole de Lyon, appelé CRITER, est l'un des outils de la stratégie de mobilité de la Métropole de Lyon. Il permet de **gérer en temps réel le trafic routier sur les 3000 km de voirie de l'agglomération**, par la programmation des carrefours à feux au plus près de la situation réelle, avec également la gestion d'ondes vertes, et la mise en place de la priorité absolue aux transports en communs. CRITER est constitué : d'un réseau de 800 capteurs permettant de remonter en temps réel l'information trafic, 255 caméras vidéos, d'un réseau de télécommunication industriel (420 km de fibre optique, technologies radio de type wifi, 28 frontaux de communication 174 commutateurs réseaux), d'un système de pilotage des 1 600 carrefours à feux de l'agglomération, et enfin de 50 Panneaux à Messages Variables. C'est l'entreprise SPIE qui a développé et déployé ce système pour le compte du Grand Lyon.

## Objectif du projet : en matière de régulation trafic, le temps réel c'est déjà trop tard

Les différents moyens de collecte de données permettent de détecter avec de plus en plus d'efficacité les situations de trafic anormales. Cependant, en général, l'opérateur est averti trop tard pour permettre une action efficace sur le trafic. **Avec OptiCities, il s'agit de passer d'une gestion réactive en fonction des situations temps réel, à une gestion proactive en fonction de prédiction de trafic à 1h.** Le système doit avoir toujours plusieurs coups d'avance pour pouvoir anticiper et réagir face à des congestions. D'un point de vue stratégique l'objectif est d'éviter ou lisser la congestion, et donc mieux utiliser la capacité de la voirie dans le temps, l'espace public étant la denrée rare par excellence en milieu urbain.

En 2013 et 2014 la Métropole de Lyon a élaboré en partenariat avec d'autres acteurs privés des outils de prédiction à 1h de trafic qui sont aujourd'hui fiables à 80 %. Sur cette base, Spie dans Opticities travaille à construire des outils visant à proposer aux opérateurs de trafic le meilleur scénario de plans de feux pour retarder la congestion à venir, ou limiter son impact. **Les études d'opportunité ont démontré des gains potentiels de l'ordre de 20 % sur la capacité de voirie, ce qui est considérable.**

## Aller au-delà de l'optimisation des systèmes actuels, avec une rupture dans la gestion de trafic : prévoir à 1 h, évaluer, décider

Optimiser le fonctionnement des carrefours à feux est nécessaire et peut procurer des marges de capacité appréciables. Les outils classiques (diagnostic,



### The OptiCities Project by the City of Lyon

The European Opticities project develops and tests particularly innovative ITS tools in an urban environment: Innovative tools to collect data, control multimodal traffic in real time, provide multimodal information in real time, and strategic decision support tools. Coordinated by the Grand Lyon, it was launched in late 2012 and has 25 partners in 7 European countries, supported by the European Commission, the DG for Research and Innovation. One of Opticities' activities is to integrate one-hour traffic prediction into the traffic control systems of Grand Lyon and the city of Birmingham. The company SPIE, tasked with developing the traffic control system for Grand Lyon, is partnering with the Opticities project on that development.

The traffic management centre of Grand Lyon, called CRITER, is a tool in the metro area's mobility strategy. It makes it possible to **manage traffic in real time for 3000 km of roads in the urban area**, by scheduling traffic light intersections to match the real-world situation as closely as possible, along with green-wave management and top priority for public transit. CRITER is made up of: A network of 800 sensors for reporting traffic information in real time, 255 video cameras, an industrial-scale telecommunication network (420 km of optical fibre, wifi radio technology, 28 communication front-ends, 174 network switches), a system for controlling the urban area's 1600 traffic light intersections, and 50 variable-message signs. The company SPIE developed and deployed this system at the behest of Grand Lyon.

### Goal of the project: When it comes to traffic control, real time is already too late

Each of the means of data collection makes it possible to detect abnormal traffic situations with increasing efficiency. However, in general, the operator is notified too late to allow effective action against traffic. **OptiCities moves away from reactive management based on real-time situations, towards proactive management based on one-hour traffic predictions.** The system must always be several steps ahead in order to be able to anticipate and react to congestion. From a strategic viewpoint, the goal is to avoid or smooth out congestion, and therefore better use the road's capacity over time, as public space is a rare commodity in an urban environment.

In 2013 and 2014, Grand Lyon, in a partnership with other private actors, created one-hour traffic prediction tools that are now 80% reliable. On this basis, SPIE is working in Opticities on building tools aimed at offering traffic operators the best traffic signal timing scenario for delaying upcoming congestion or limiting its impact. Advisability studies have shown potential savings of 20% of road capacity, which is considerable.

**Going beyond optimising the current systems, with a breakthrough in traffic management: One-hour predicting, evaluating, deciding**

Figure 1: Virtuous cycle of adapting the configuration of traffic light controllers.

As part of Opticities, SPIE, in addition to this optimisation action, is developing and testing a tool to simulate different light timing plans in order to handle a congestion situation expected to occur one hour later. This tool offers operators the most optimal light timing extremely quickly, and those operators can use a catalogue of available actions for each intersection with lights. The operation of Grand Lyon's traffic lights has been tested under real-world conditions, with timing plans proposed in 3 to 5 minutes.

Figure 2: Configuration of actions to be tested in a simulation

Furthermore, it is difficult for an operator to quickly measure the impact of light timing changes on a large scale. This is because the operator is perfectly aware of the impact of that new timing locally (giving preference to the main road, the secondary road, etc.) but it is hard to predict the impact of that change on neighbouring intersections (in cases when there are about twenty of them), along a highway, or across an area.

Opticities will allow the operator to view the impacts of its actions not just locally, but also globally. The goal is to react to congestion expected to occur one hour later. It is therefore very important for the operator to be able to react very quickly in order to choose the appropriate course. Therefore, the tool must be easy to use. Despite the complexity of the algorithms and the system, it is essential to provide the operator with all the information it needs to make the right decision, in a simple format, based on predefined performance indicators. Those indicators quickly and unambiguously describe the results of each scenario, sending the simulation-tested commands to the field in a single mouse-click.

nouvelles programmations des carrefours à feux, implantation) sont longs à implémenter et la solution décrite ici permet d'intégrer une dose de fonctionnement adaptatif dans des outils à plans de feux planifiés. En effet, dès qu'un problème de fonctionnement est détecté (par caméra ou boucle de comptage), il faut diagnostiquer le problème, modifier le plan de feux en conséquence puis l'implémenter dans le carrefour à feux.

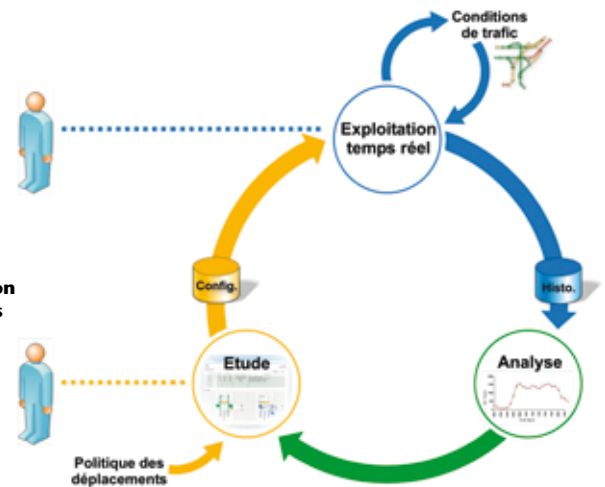


Figure 1 Boucle vertueuse d'adaptation de configuration des contrôleurs de feux

Dans le cadre d'Opticities, SPIE, en complément de cette action d'optimisation, développe et teste un outil permettant de simuler différents plans de feux afin de répondre à une situation de congestion prévue à 1h. Cet outil propose aux exploitants dans un délai extrêmement court le plan de feux le plus optimal, les opérateurs utilisent un catalogue d'actions disponibles pour chaque carrefour à feux. Le fonctionnement des feux de la métropole est testé sous conditions réelles avec des propositions de plans de feux sous 3 à 5 minutes. Par ailleurs, il est difficile pour un opérateur de mesurer rapidement et sur une grande échelle l'impact des changements de fonctionnement des feux. En effet, l'opérateur connaît parfaitement l'impact de ce nouveau fonctionnement localement (privilégier l'axe principal, l'axe secondaire,...) mais il est très difficile de concevoir l'impact de ce changement sur les carrefours voisins (nous pensons ici à une vingtaine de carrefour), sur un axe, une zone. Opticities permettra à l'opérateur de visualiser l'impact de ses actions au niveau local mais aussi au niveau global. Le but étant de pouvoir réagir à temps face à une congestion prévue à 1h. Il est donc très important que l'opérateur puisse agir très rapidement pour choisir l'action appropriée. Pour ce faire, l'ergonomie de l'outil est essentielle. Malgré la complexité des algorithmes et du système, il faut fournir à l'opérateur de manière simple toutes les informations lui permettant de prendre la bonne décision, en fonction d'indicateurs de performances préalablement définis. Ceux-ci qualifient rapidement et sans ambiguïté le résultat des différents scénarios, l'envoi sur le terrain des commandes testées en simulation en 1 clic de souris.



Figure 2 Configuration des actions à tester en simulation



Cinq indicateurs de performance des scénarios ont été choisis en collaboration avec la métropole de Lyon : la fluidité globale, la congestion dynamique, le respect de la hiérarchie du réseau, le confort pour les piétons et les temps de vert utiles.

L'opérateur peut ainsi être alerté sur des points de congestion stratégiques qu'il va pouvoir contrôler, vérifier et surveiller.

### Périmètre d'étude et réseau

Le périmètre d'étude du projet et ainsi le réseau modélisé pour les simulations comprend les villes de Lyon et Villeurbanne, bordées par le boulevard périphérique, les autoroutes A6 et A7 qui traversent Lyon. Ce périmètre représente environ 60 km<sup>2</sup> et 600 000 habitants. Il est donc particulièrement large afin de tester toutes les situations de trafic possible.

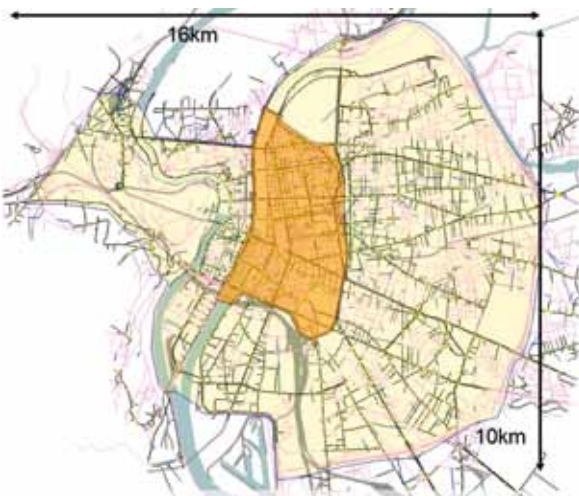


Figure 5 **Périmètre d'étude et d'action**

La figure 5 permet de distinguer le périmètre de simulation mésoscopique en jaune (836 carrefours, 441 détecteurs et 2900 feux de croisement) et le périmètre d'action en orange (266 carrefours, 170 détecteurs et 800 feux de croisement) dans lequel il est possible d'opérer des modifications de plan de feux pour agir sur le trafic en fonction des événements et alertes, ceci afin de contenir les effets des modifications de l'offre dans le périmètre de simulation.

Le réseau modélisé présente les caractéristiques suivantes :

- 1 360 km de route ;
- 16 000 sections ;
- 7 300 intersections ;
- 700 centroïdes ;
- 172 000 véh/h à l'heure de pointe ;
- 3 types de véhicule (camion, voiture et bus-transport en commun).



Figure 4 **Configuration des alertes opérateurs**

Figure 3 **Visualisation des indicateurs de performance de la simulation**

Five scenario performance indicators have been chosen in concert with Grand Lyon: Overall fluidity, dynamic congestion, network hierarchy adherence, pedestrian comfort, and useful green time.

Figure 3: Viewing simulation performance indicators.

The operator may thereby be alerted to strategic congestion points which it can control, check, and monitor.

Figure 4: Configuration of operator alerts

### Study scope and network

The scope of the project's study, and therefore the network modelled for the simulations, includes the cities of Lyon and Villeurbanne, bounded by the beltway, as well as highways A6 and A7 which pass through Lyon. This scope represents about 60km<sup>2</sup> and 600,000 residents. It is therefore particularly broad, in order to test all possible traffic situations.

Figure 5: Scope of study and action

Figure 5 shows the mesoscopic simulation scope in yellow (836 intersections, 441 detectors and 2900 traffic lights) and the scope of action in orange (266 intersections, 170 detectors, and 800 traffic lights) in which it is possible to make changes to the light timing plan in order to affect traffic based on events and alerts, so as to contain the effects of the solution's changes within the simulation scope.

### The modelled network exhibits the following features:

- 1360 km of road
- 16,000 sections
- 7,300 intersections
- 700 centroids
- 172 000 veh/hr at rush hour
- 3 types of vehicles (truck, car, and public transit bus)

### Architecture of the technical system

The project's architecture is made up of the interface of three tools: The CRITER management centre tool developed by SPIE, the simulation tool developed by Aimsun, and the one-hour traffic prediction tool developed by Phoenix ISI.

Figure 6: General architecture of the project

### Simulation method

*Traffic demand:*

In the first phase, based on raw detection information received in real time, Aimsun Online selects the demand that best matches the actual traffic conditions present in the network. This demand was predetermined in advance based on historical data collected by the current detection



system. One to three years of historical data, aggregated into 18-minute chunks, made it possible to determine 5 traffic types, or “patterns”. A special group-based aggregation method was developed to determine how many “patterns” are needed to represent all of the network’s traffic conditions, and to extract demand profiles from them that will be useful in creating the Origin Destination matrices that are used by the real-time simulator. Thus, regardless of the time of day (all 24 hours) it is possible to start running simulations based on actual data.

#### Prediction/scenario simulation:

Based on traffic demand, several types of simulations are launched. First, “monitoring” simulations are launched regularly (every 5-15 min). They will enable continuous tracking of traffic conditions with the help of the predictions, thereby making it possible to trigger alerts in advance of potential disruptions. Additionally, when special events occur (closing off a stretch of highway, diverted traffic, accidents), simulations are launched to help the operator choose the best scenario to be applied. In this final type of simulation, 4 to 5 simulations are started in parallel in order to get results in 4-5 minutes relating to the change in traffic over the following hour, for each scenario.

#### Events and traffic alerts:

A certain number of alerts are predetermined by the needs of the city based on continuous simulations in order to notify operators when certain local or global thresholds are exceeded. These alarms assist operators in more comprehensively tracking traffic conditions within the network, thereby making it possible to foresee potential congestions/disruptions in the minutes ahead.

At the same time as these alerts for traffic predictions, different types of actual events may be reviewed:

- Scheduled events (construction, road geometry modifications, etc.)
- Unusual events (incidents, accidents, etc.)

These events are received from the control centre (illustration 6) and incorporated into the traffic simulation in order to reproduce the actual simulation conditions for each of planned scenarios.

The combination of traffic alerts, which help notify operators of disruptions in the near future, and actual traffic events incorporated into the simulations for predicting the conditions of various response scenarios, makes it possible to achieve a complete, effective system and therefore reactor under optimal conditions to many types of disruptive events within the scope studied.

#### Findings:

For both the tracking simulations and the scenario comparison simulations, the traffic simulation makes it possible to obtain a large amount of information on future traffic. Many traffic indicators may thereby be extracted from these predictions in order to be able to

## Architecture du système technique

L’architecture du projet est composée de l’interfaçage de trois outils : l’outil de gestion du PC CRITER élaboré par SPIE, l’outil de simulation élaboré par Aimsun et l’outil de fourniture des prédictions de trafic à 1h élaboré par Phoenix ISI.

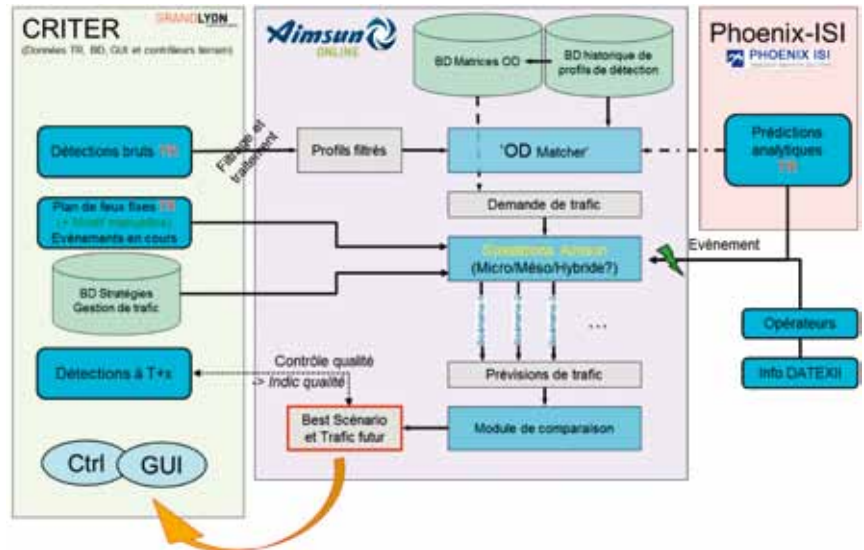


Figure 6 Architecture générale du projet

## Méthode de simulation

### Demande de trafic

Dans un premier temps, sur la base des informations de détections brutes reçues en temps réel, Aimsun Online sélectionne la demande qui correspond le mieux aux conditions de trafic présentes dans le réseau. Cette demande a été prédéterminée en amont sur la base des données historiques collectées par le système de détection en place. Un à trois ans de données historiques, agrégées à 18 minutes, ont en effet permis de déterminer 5 différents types de trafic ou « patrons ». Une méthode d’agrégation particulière par groupe a été développée pour déterminer le nombre de « patrons » nécessaire pour représenter l’ensemble des conditions de trafic du réseau et en extraire des profils de demande utiles à la génération des matrices Origine Destination utilisées par le simulateur en temps réel. Ainsi, quel que soit le moment de la journée (24/24h) il est possible de démarrer des simulations sur la base des données réelles.

### Simulation de prédictions/scénarios

Sur la base de la demande de trafic, plusieurs types de simulation sont lancés. Premièrement, les simulations de « surveillance » sont lancées régulièrement (toutes les 5-15 minutes). Elles permettent un suivi continu des conditions de trafic grâce aux prédictions obtenues et ainsi de déclencher des alertes en anticipant d’éventuelles perturbations. De plus, lors d’événements particuliers (fermetures d’un axe, reports de trafic, accidents, etc.), des simulations sont lancées pour aider l’opérateur à choisir le meilleur scénario à appliquer. Dans ce dernier type de simulation, 4 à 5 simulations sont démarrées en parallèle pour pouvoir obtenir en 4-5 minutes des résultats sur l’évolution du trafic dans l’heure suivante, pour chaque scénario.

### Événements et alertes trafic

Un certain nombre d’alertes sont prédéterminées en fonction des besoins de la ville sur la base des simulations en continu pour prévenir les opérateurs

lorsque certains seuils locaux ou globaux sont dépassés. Ces alarmes assistent les opérateurs pour un suivi plus exhaustif des conditions de trafic dans le réseau et permettent ainsi d'anticiper d'éventuelles congestions/perturbations dans les prochaines minutes.

En parallèle de ces alertes obtenues sur des prédictions de trafic, différents types d'événements réels peuvent être considérés :

- Événements planifiés (travaux, modifications de la géométrie, etc.).
- Événements exceptionnels (incidents, accidents, etc.).

La combinaison des alertes de trafic, qui permettent d'avertir les opérateurs de perturbations dans un futur proche, et de l'intégration des événements de trafic réels dans les simulations de prédiction des conditions de différents scénarios réponses, permet d'obtenir un système complet et efficace pour anticiper et donc réagir dans les meilleures conditions à de nombreux types d'événements perturbants dans le périmètre d'étude.

### Résultats

Autant pour les simulations de suivi que pour les simulations de comparaison de scénarios, la simulation de trafic permet d'obtenir un très grand nombre d'informations sur le trafic futur. De nombreux indicateurs de trafic peuvent ainsi être extraits de ces prédictions afin de pouvoir actionner des alertes pertinentes, qualifier les scénarios envisagés à l'aide d'indicateurs prédéfinis (Illustration 5) et choisir le plus adapté à la situation actuelle et aux contraintes prédéterminées (en fonction de la politique des transports de la ville). De plus, il est possible dans un second temps de rejouer ces simulations afin de mieux comprendre les différents phénomènes en jeu et ainsi d'accroître la connaissance interne du réseau et d'imaginer de nouveaux scénarios susceptibles d'optimiser les conditions de trafic dans le périmètre d'étude.

## En synthèse

Dans Opticities, SPIE, en étroite collaboration avec les équipes de la Métropole de Lyon, réalise et teste en conditions réelles un outil d'aide à la décision entièrement intégré au PC de régulation de trafic du Grand Lyon (CRITER). Cet outil permet de :

- Intégrer la prévision de trafic à 1h et alerter en anticipation 1h les opérateurs dans le cas où des congestions surviennent sur des carrefours stratégiques.
- Simuler en temps réel, et sur demande des opérateurs, différents scénarios de régulation de trafic, l'outil de simulation étant réalisé par Aimsun, sous traitant de Spie pour cette brique technologique
- Évaluer l'impact de chaque scénario, selon des indicateurs prédéfinis et sous forme cartographique d'état du trafic à T0+15', +30', ... +60' pour chaque scénario simulé
- Classer les scénarios et fournir des recommandations aux opérateurs de manière simple et rapide

Au-delà du pur aspect fonctionnel, l'autre point fort de la solution est son intégration complète dans le centre de régulation trafic de la métropole de Lyon. En effet, il ressort des expérimentations similaires antérieures, en particulier au Royaume Uni, que des outils non intégrés au PC de régulation induisaient une forte complexité, inadéquate à un contexte d'opérateurs devant superviser en temps réel des centaines de kilomètres de voies.

activate relevant alerts, qualify the planned scenarios using predefined indicators (illustration 5), and choose the most appropriate one for the current situation and predetermined constraints (based on the city's transportation policy). Additionally, it is possible, in the second phase, to replay those simulations in order to better understand each of the phenomena involved, so as to increase internal knowledge of the network and come up with new scenarios that may optimise traffic conditions within the scope studied.

### Summary

In Opticities, SPIE, in direct partnership with the teams from Grand Lyon, is developing and testing under actual conditions a decision support tool fully integrated into the traffic management centre of Grand Lyon (CRITER). This tool makes it possible to:

- Incorporate one-hour traffic forecasts and alert operators an hour in advance if congestion will occur in strategic intersections.
- Simulate different traffic control scenarios in real time and when requested by the operators, with the simulation tool being developed by Aimsun, Spie's subcontractor for that technological module
- Evaluate the impact of each scenario, using predefined indicators and in the form of traffic state maps at T0+15', +30', etc. +60' for each simulated scenario
- Rank the scenarios and provide recommendations to operators in a quick and simple form

Besides the purely functional aspect, the other strength of the solution is its total integration into the traffic management centre of Grand Lyon. This is because similar experiments from before, particularly in the United Kingdom, have shown that tools not integrated into the management centre led to high levels of complexity, which are ill-suited to an environment where operators must monitor hundreds of kilometres of road in real time.

Figure 7: Integration of the decision support tool into the management centre's real-time system, CRITER

## Schedule

The developed software is being finalised. The year 2016 will be devoted to CRITER's traffic management operators experimenting with and evaluating this solution. This evaluation will relate to how effective the tool is in terms of mobility, how easy it is for operators to use, and under what conditions such tools could be deployed on a large scale. This work will be carried out in close cooperation with the city of Birmingham, which is working on a system with very similar features; the two metro areas and companies are discussing the tools' features, design, and evaluation, in different urban and technological environments.

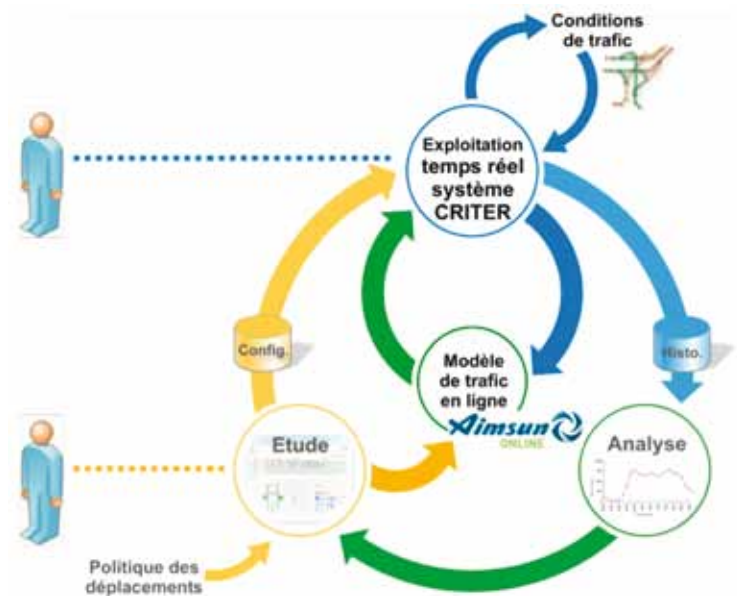


Figure 7 **Intégration de l'outil d'aide à la décision dans le système temps réel du PC CRITER**

## Planning

Les développements informatiques sont finalisés. L'année 2016 sera dévolue à l'expérimentation et l'évaluation de cette solution par les opérateurs du PC CRITER. Cette évaluation portera sur l'efficacité de la mesure en termes de mobilités, sur la facilité d'usage de l'outil par les opérateurs, et sur les conditions de généralisation et déploiement de ce type d'outils. Ce travail se fait de manière très rapproché avec la ville de Birmingham qui travaille sur un système aux fonctionnalités très proches, les deux métropoles et industriels échangeant sur les fonctionnalités, la conception et l'évaluation des outils, dans des contextes urbains et technologiques distincts. ■

### Overview of SPIE

*As a European leader in the fields of energy, communication, and transport services, SPIE assists its private and public sector clients in order to design, build, operator, and maintain installations that are environmentally friendly and more energy-efficient.*

*When it comes to smart cities, SPIE offers solutions for managing and optimising mass transit and road traffic, thereby reducing their impact on the environment.*

*SPIE therefore provides urban traffic management systems, particularly the Cité solution that has been deployed in several cities like Paris, Toulouse, Cannes, and our partner in the OptiCities project, Grand Lyon.*  
<http://www.spie.com>

OptiCities Contact:

Grand Lyon: Jean Coldefy, [jcoldefy@grandlyon.org](mailto:jcoldefy@grandlyon.org)

Spie: Christophe Montano, [cmontano@spie.fr](mailto:cmontano@spie.fr)

Aimsun: Emmanuel Bert, [emmanuel.bert@aimsun.com](mailto:emmanuel.bert@aimsun.com)

### Présentation synthétique de SPIE

En tant que leader européen indépendant dans les domaines des services de l'énergie, de la communication et du transport, SPIE accompagne ses clients du secteur public et privé pour concevoir, construire, exploiter et entretenir des installations respectueuses de l'environnement et plus économes en énergie.

Dans le segment de la ville intelligente, SPIE propose des solutions de gestion et d'optimisation des transports collectifs et de circulation routière, réduisant ainsi leurs impacts sur l'environnement.

SPIE est fournisseur de la solution de gestion de trafic urbain « Cité » déployée dans plusieurs villes de France. SPIE réalise et maintient également des PC de régulation de plus grande envergure pour la ville de Paris (Surf3), le Conseil Général 94 (Parcival3), Toulouse Métropole (CapitouI3) et Métropole de Lyon (CRITER) avec laquelle nous menons le projet OptiCities.  
<http://www.spie.com>

Contact OptiCities :

Métropole de Lyon : Jean Coldefy, [jcoldefy@grandlyon.org](mailto:jcoldefy@grandlyon.org)

SPIE : Christophe Montano, [c.montano@spie.com](mailto:c.montano@spie.com)

Aimsun : Emmanuel Bert, [emmanuel.bert@aimsun.com](mailto:emmanuel.bert@aimsun.com)