

## Surveillance vidéo des conditions de trafic urbain, intelligente et partagée



**GRAND LYON**  
la métropole



**SPIE**

Congrès ATEC ITS France 2017

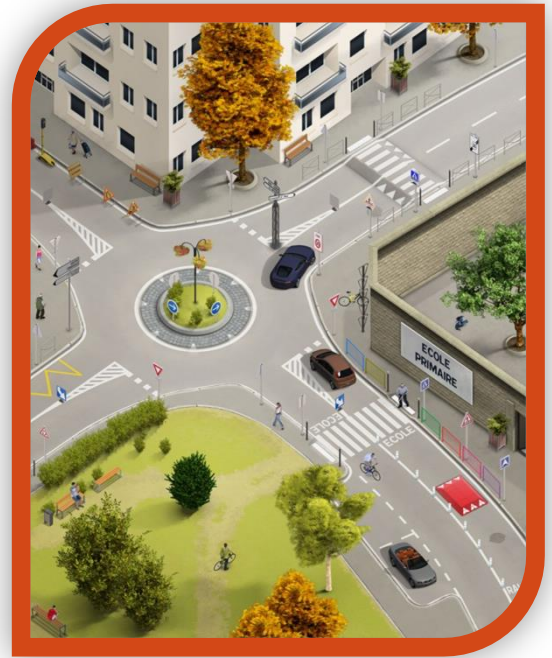
**Les Rencontres de la Mobilité Intelligente**

Atelier 18 - Outils pour explorer les réseaux routiers

25 janvier 2017 de 11 heures à 13 heures

## Enjeux et objectifs

L'optimisation de la gestion du trafic et de la mobilité en milieu urbain sont des sujets particulièrement complexes, à forts enjeux que ce soient économiques, sociétaux, santé publique, ou même en terme de perception de la qualité de vie dans les villes. Un des points clés de la gestion de la mobilité en milieu urbain est la qualité des services de gestion de trafic en fonction de la situation réelle et de la priorité politique souhaitée concernant la répartition de l'espace de voirie entre les différents modes (priorité aux transports en commun par exemple). 220 000 véhicules rentrent chaque jour sur le territoire de la métropole de Lyon, qui compte 59 communes. Pour accompagner ces déplacements, la métropole met en œuvre quotidiennement différents services dont l'information des voyageurs, la régulation du trafic et la gestion des événements perturbateurs.



Le Poste de Commande et de Régulation du Trafic (PCRT) permet la production des services et donc la récupération des informations nécessaires. La perception de la densité du trafic ou des événements perturbateurs et de leurs conséquences est réalisée à travers un réseau de caméras et des capteurs trafics. Avec les principes de gestion des flux vidéo en place, l'expérience a montré que malgré l'augmentation du nombre de caméras sur le territoire, la qualité des services stagnait voire diminuait. La cause : des difficultés pour les opérateurs à utiliser le nombre croissant de caméras. Il fallait donc revoir les outils avec un principe de base : ce n'est plus l'opérateur qui va détecter et chercher les images utiles, mais le système qui lui présente la bonne image au bon moment. De plus, la raréfaction des ressources financières publiques a accéléré le besoin de la mise en commun des ressources entre les différents services et administrations. C'est vrai également pour l'usage des flux vidéo. Une même caméra peut servir à la gestion du trafic urbain, mais aussi à la protection des biens et des personnes, à l'optimisation de la régulation des bus de transport en commun et à la gestion du déneigement.

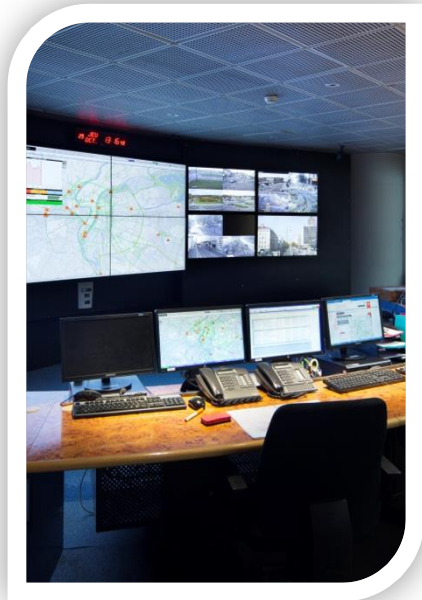
Il est donc nécessaire de partager les flux vidéo pour récupérer ceux d'autres gestionnaires, mettre à disposition ceux en exploitation propre, voire mettre à disposition les flux d'un partenaire pour un autre, en un mot réaliser un hub vidéo. Là aussi, avec un principe de base,

rester en numérique et pas d'installation de matériels dans les locaux des partenaires, pour une maintenance plus aisée. La rénovation du PCRT de la métropole de Lyon a été l'occasion de mettre en application ces différents principes. La suite de ce document détaille plus en avant la mise en œuvre du projet.

## Table des matières

Enjeux et objectifs.....	1
Table des matières .....	2
Problématiques adressées propres aux PC de régulation trafic	3
Innovation « la bonne image au bon moment ».....	4
Concepts .....	4
Mise en œuvre .....	5
<i>Les scénarios de commandes</i> .....	5
<i>Un mur d'images innovant</i> .....	6
Retours d'expérience .....	9
Innovation « Hub vidéo ».....	10
Concepts .....	10
Mise en œuvre .....	11
Retour d'expérience.....	12
Conclusion.....	13
Biographie des présentateurs .....	14

## Problématiques adressées propres aux PC de régulation trafic



La pratique habituelle dans les salles de supervision est d'être en surveillance visuelle du synoptique et du mur d'images, ce dernier présentant quelques caméras vidéo. Comme il y a toujours plus de caméras que de moniteurs sur le mur d'images, il faut faire le choix de celles que l'on met en observation. Il s'agit des caméras situées à des emplacements stratégiques dont les images défilent en boucle dans un « cyclique ». Cette pratique présente comme inconvénients de ne montrer à l'opérateur une image spécifique que quelques secondes, et d'autres images de certains secteurs ne sont pas présentées. Un évènement localisé, ponctuel et inhabituel ne pourra pas être détecté.

Pour des évènements critiques comme une voiture arrêtée dans un tunnel, le risque de non-observation peut être pallié par un système de Détection Automatique d'Incident (DAI) qui présente l'image analysée comme inhabituelle sur un moniteur dédié à cet usage (ceci constitue d'ailleurs une difficulté s'il y a plus d'un évènement simultané). Cette technologie d'analyse d'image ne peut être mise en œuvre efficacement qu'avec des caméras fixes dans un milieu à luminosité constante, c'est inapplicable pour de la régulation en réseau ouvert urbain dense équipé de caméras pilotables (mobiles avec zoom) aux principaux carrefours.

Lorsqu'un évènement survient, l'opérateur doit afficher l'image vidéo appropriée, cela suppose qu'il connaisse parfaitement les emplacements des caméras, et qu'il mette à jour régulièrement ses connaissances avec les nouvelles caméras installées. Certains évènements étendus nécessitent plusieurs caméras pour bien les analyser, or l'opérateur peut se contenter d'une seule et ainsi ne pas saisir toute l'ampleur de la perturbation. Il y a donc un savoir-faire des opérateurs expérimentés qu'il faut capitaliser pour le mettre à disposition des nouveaux venus.

Les réunions de débriefing permettent de tirer les retours d'expériences de la gestion des perturbations, mais comment modifier rapidement les pratiques pour mettre en œuvre ces retours ?

Le souhait de l'exploitant est qu'il puisse faire évoluer lui-même le paramétrage de son système vidéo pour présenter à ses opérateurs la ou les bonnes images au bon moment.

## Innovation « la bonne image au bon moment »

### Concepts

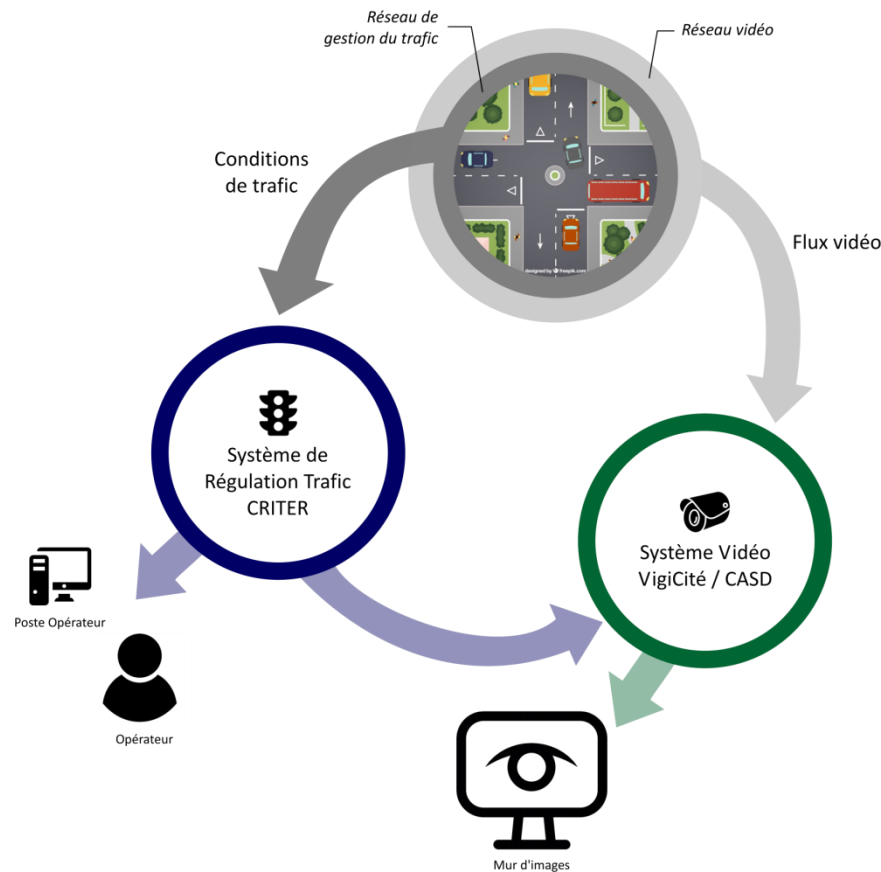
L'expérience du trafic routier montre que l'opérateur a peu de temps pour intervenir sur un événement trafic. Une fois la congestion établie, les actions deviennent le plus souvent inefficaces et le seul moyen d'agir est d'attendre que la congestion se résorbe d'elle-même. Il faut donc anticiper au plus tôt les actions à mener pour éviter les congestions des zones perturbées par des événements trafic.

L'approche trop « statique » de la gestion des caméras dans les PC de régulation trafic ne permet pas d'être alerté des événements perturbateurs qui congestionnent le réseau. La DAI « classique » par capteur ne fonctionne pas non plus dans un réseau maillé et complexe. Alors, comment utiliser le système vidéo pour augmenter l'efficacité de l'exploitation du trafic ?

Si on part du principe que le système de régulation trafic a la connaissance précise du trafic, il est donc logique que ce soit lui qui commande le système vidéo. Il doit détecter les perturbations et pousser les images intéressantes : la bonne image au bon moment.

Par ce moyen, l'opérateur est alerté automatiquement quasi en temps réel, d'un événement perturbateur. Tout le travail amont de détection réalisé permet à l'opérateur :

- d'être alerté de l'événement au plus tôt,
- de gagner du temps et de se concentrer sur sa fonction principale de régulateur du trafic ou d'information des voyageurs.



## Mise en œuvre

### Les scénarios de commandes

Comment détecter au plus tôt les perturbations trafic ? Le système de régulation trafic CRITER gère un réseau de capteurs routiers important (boucles de comptage). Sur le territoire de la Métropole de Lyon, ces boucles représentent près de 1 000 points de mesure (débits et taux d'occupation) et donnent en temps réel, un état précis du trafic. CRITER gère également des événements (manuel ou prévisionnel) comme les manifestations culturelles et sportives, les fermetures de tunnels et les coupures de voies qui ont un impact direct sur le trafic. À partir de ces natures d'événements, CRITER peut donc gérer automatiquement les perturbations trafics en utilisant des scénarios préétablis, à partir d'études réalisées en amont. Les scénarios peuvent contenir des stratégies de régulation de trafic par modification des réglages des feux tricolores, des stratégies d'information par mise en place de messages appropriés sur les panneaux à message variables les plus pertinents et des stratégies d'affichage vidéo par sélection et priorisation des caméras pertinentes sur le mur d'images.



Comment les bons scénarios vidéo sont-ils activés ? Les mesures de densité de trafic mesurées par les capteurs et les événements perturbateurs en cours sont utilisés dans des arbres de décisions évalués en temps réel. Lorsque les conditions de trafic sont vérifiées, le système CRITER déclenche les scénarios appropriés. Les arbres de décisions sont paramétrés par les exploitants ce qui leur permet de gérer la sélection des caméras, l'orientation et le niveau de zoom souhaités.

Les scénarios vidéo sont paramétrés dans le système vidéo. Un scénario vidéo comporte une liste de caméras à afficher sur le mur d'images avec pour chaque caméra une position mémorisée (zoom et direction) et le format d'affichage (en grand ou en petit). Actuellement, en heure de pointe CRITER gère près de 80 scénarios vidéo qu'il est impossible d'afficher sur le mur d'images à un instant  $t$ . Pour faire le tri et n'afficher que les événements importants, l'arbre de décision gère les priorités entre les événements trafics.

### Un mur d'images innovant

Le mur d'images est constitué de 2 sous-ensembles :

- le synoptique (partie centrale) affiché sur 4 écrans LCD de 55",
- les murs d'images de part et d'autre du synoptique, composé de 4 écrans LCD de 46" chacun.

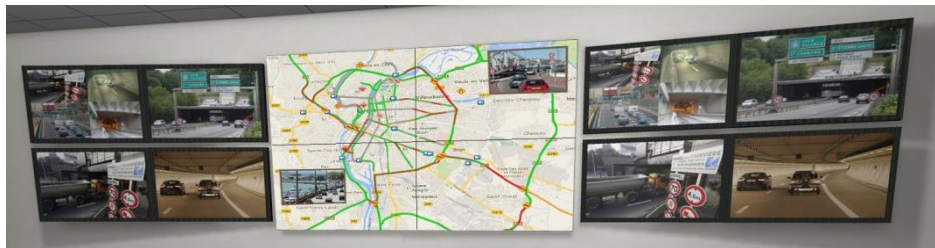


Figure 1 - Illustration du mur d'images installé

Si l'on enlève le synoptique central, le mur d'images est vu comme un seul espace qui peut afficher jusqu'à 72 images : chaque moniteur physique pouvant être divisé par 4 ou 9 images. Cet espace banalisé permet de ne pas dédier un moniteur à une fonction particulière et donc d'être moins contraignant pour la position des opérateurs face au mur d'images.

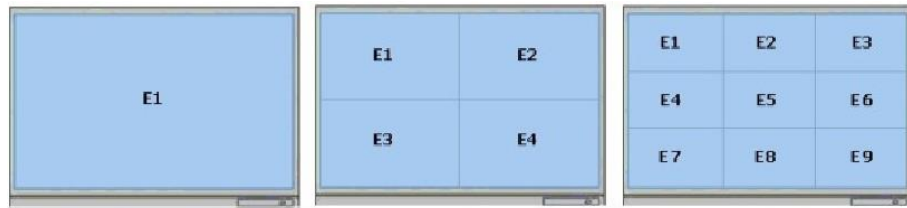


Figure 2 - Découpage d'un moniteur en 4 ou 9 images

Dans ce même espace d'affichage cohabitent les affectations manuelles réalisées par des opérateurs (prioritaires) et les affectations automatiques réalisées par les scénarios vidéo. L'opérateur dispose de la priorité absolue par rapport aux automatismes. Ces derniers ne pourront jamais modifier les commutations manuelles qu'il a établi.

Un algorithme complexe de gestion applique les priorités vidéo pour optimiser l'espace d'affichage sans perturber l'opérateur. L'algorithme a pour but d'afficher en permanence les images les plus prioritaires en terme d'exploitation, en tenant compte du format d'affichage, afin de déplacer le moins possible les flux vidéo automatiques déjà installés sur le mur d'images. Les scénarios qui ne peuvent être affichés sont mis en liste d'attente, et l'opérateur peut supprimer un scénario du mur d'images déjà traité (fonction d'inhibition). Cette action provoque l'affichage sur le mur vidéo du flux le plus prioritaire au même format en lieu et place du flux libéré, sans provoquer la réorganisation complète du mur.

La grande force du système est d'avoir intégré la gestion du mur d'images dans la cartographie de l'application d'exploitation temps réel du poste opérateur CRITER. L'ergonomie a été soignée. Elle permet de commuter facilement une caméra sélectionnée sur un moniteur, par un simple « glisser/déposer ».

Un code couleur sur le moniteur permet de connaître la provenance de l'image affichée (opération manuelle en rouge, moniteur cyclique en jaune ou bien scénario vidéo en violet).



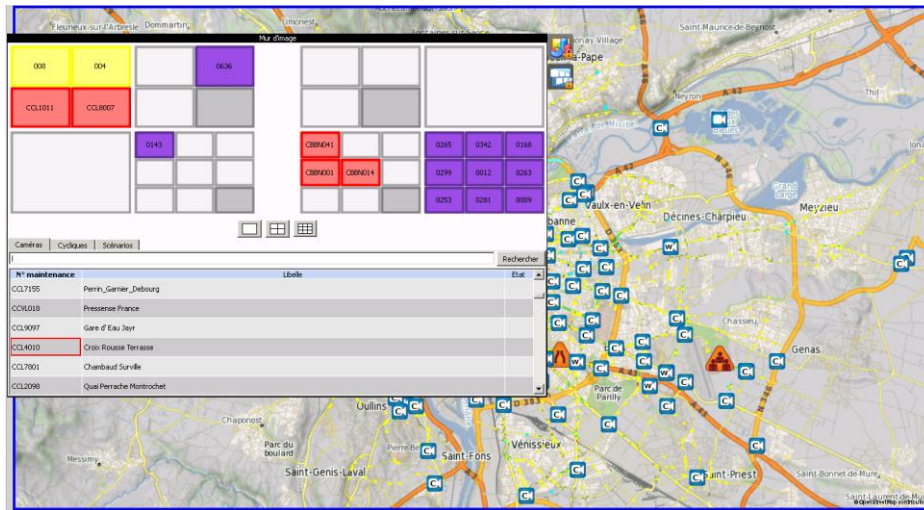


Figure 3 - Représentation du mur d'images dans l'application d'exploitation temps réel du poste opérateur CRITER

Enfin, l'opérateur CRITER peut utiliser son poste opérateur comme espace d'affichage rapproché pour pilotage vidéo et analyse par incrustation vidéo d'une caméra dans la cartographie. L'usage de différents onglets nommés permet de suivre plusieurs situations en parallèles.

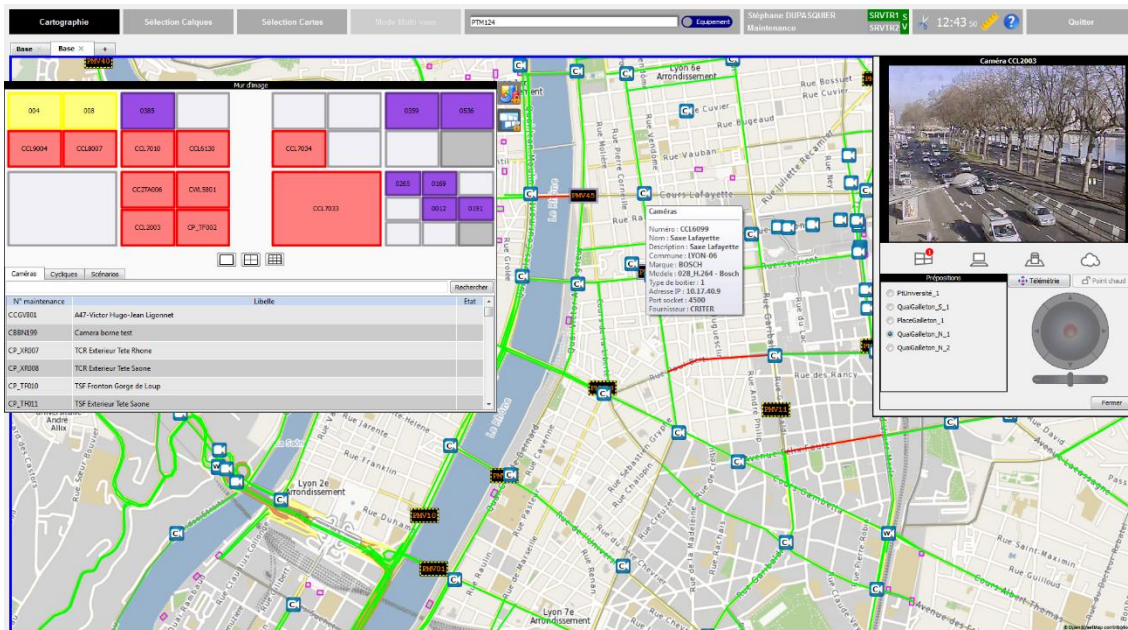


Figure 4 - Intégration d'une commande caméra avec incrustation vidéo dans l'application d'exploitation temps réel du poste opérateur CRITER

Le paramétrage des arbres de décision CRITER ainsi que le paramétrage des scénarios vidéo CRITER est réalisé par l'exploitant. Il peut ainsi calibrer finement le comportement des automatismes, intégrer ses retours d'expérience ainsi que l'évolution du trafic routier suite à des aménagements ou des changements de comportement.

### Retours d'expérience

La commande automatique de scénarios pour affichage de la bonne image au bon moment sur le mur d'images sollicite beaucoup le système de commutation vidéo (plus de 13 000 commutations vidéo par jour). Pour obtenir un comportement robuste, il faut appliquer les principes de l'informatique industrielle temps réel en mettant en œuvre des protocoles d'échanges entre systèmes fiables et une gestion automatique par logiciel des reprises sur erreur.

La superposition des dimensions à gérer induit une complexité algorithmique. Ces dimensions sont la priorité du scénario, le nombre d'images qu'il intègre, son format d'affichage, l'occupation en cours du mur d'images et la gestion de la file d'attente des scénarios. La conception de cet algorithme complexe a nécessité une collaboration étroite entre le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et l'industriel.

Le résultat visible chaque jour est que les opérateurs du PC CRITER ont sensiblement changé leur utilisation des images vidéo. Ils ont réduit voire supprimé les affectations de moniteurs en surveillance générale ; il n'y a quasiment plus de cycliques et les moniteurs affectés manuellement correspondent à des événements en cours dont ils suivent l'évolution. Ils ont bien compris que leur intérêt était de laisser le plus d'espace possible aux scénarios automatiques. Désormais, en heure creuse, le mur d'images est quasiment vide, sauf en cas d'événement perturbateur particulier. En approche d'heure de pointe d'une journée habituelle, les scénarios « basse priorité » commencent à s'afficher en petites images ; puis en heure de pointe, tout l'espace disponible est occupé, en particulier par les scénarios d'axes stratégiques, qualifiés par l'exploitant de plus prioritaires, et représentés par des images de grandes tailles. L'espace d'affichage est donc utilisé au maximum, en fonction de priorités paramétrées, ces dernières étant mises à jour régulièrement suite aux retours des utilisateurs.

Des événements inhabituels sont présentés spontanément aux opérateurs, comme une voiture de pompier en arrêt prolongé à un carrefour dans le cadre d'une intervention gaz, ou bien un carrefour sans rétention de voiture, mais dont la boucle de présence véhicule était en défaut.

## Innovation « Hub vidéo »

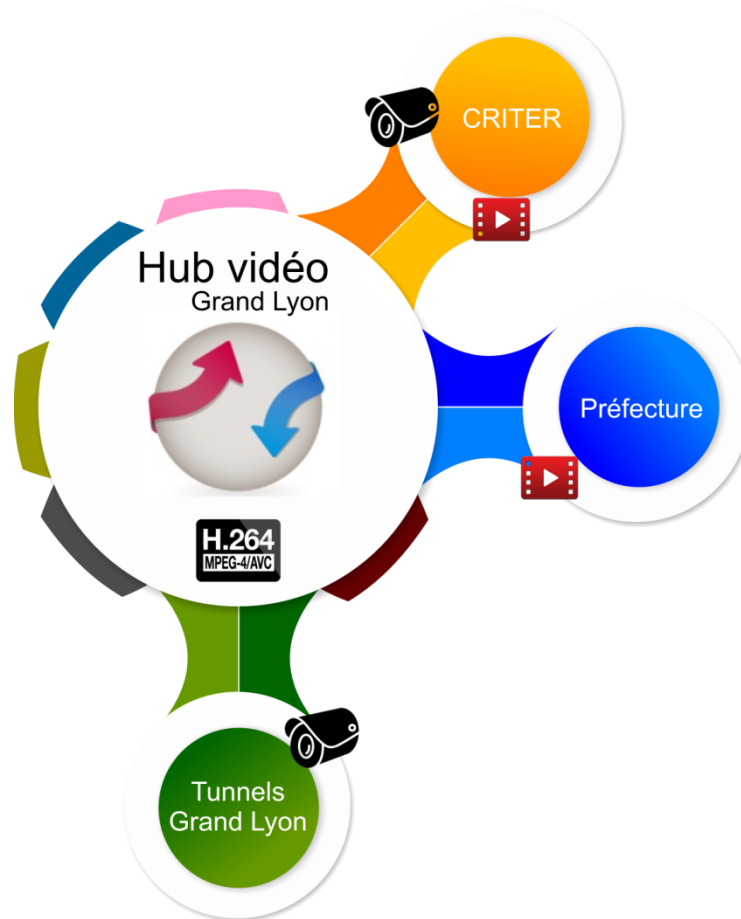
### Concepts

L'acquisition et le transport d'images numériques demandent un réseau de transmission haut débit performant. Plus la définition de l'image est importante, plus le débit devra être important. Seulement, le déploiement et la maintenance d'une telle infrastructure réseau demande des moyens financiers conséquents. Dans ce contexte, l'ajout de caméras coûte cher pour les collectivités.

Aujourd'hui, le parc de caméras déployé sur l'agglomération lyonnaise est important si l'on prend en compte les caméras des tunnels du Grand Lyon, de vidéosurveillance de Lyon des exploitants des voies rapides urbaines et des autoroutes, de l'organisateur des transports en commun SYTRAL.

Le « hub vidéo » est né de la volonté de mutualiser les images vidéo entre tous les partenaires publics. Ce concept de mutualisation prend tout son sens dans un contexte économique défavorable. Le « hub vidéo » est donc une plateforme de partage de flux vidéo. Chaque exploitant peut sélectionner les caméras dont il souhaite visualiser le flux parmi les caméras d'un autre exploitant, par ses propres moyens.

Seul le propriétaire de la caméra peut la piloter. En cas de besoin, le tiers peut demander à un propriétaire d'orienter une caméra de son parc. Le propriétaire bougera la caméra, s'il n'en a pas besoin dans une autre position pour sa propre exploitation.



### Mise en œuvre

Cette plateforme de partage est un centre d'échange des flux vidéo. Les images ne sont pas retenues dans le hub (pas d'enregistrement) et il n'y a pas d'émission en permanence. Le principe est très simple. Un partenaire demande au hub un flux vidéo d'une caméra d'un autre partenaire. Le hub vidéo demande l'acquisition du flux et le diffuse au partenaire demandeur.

Le hub vidéo permet donc le partage des flux vidéo entre différents exploitants. Le hub réalise les opérations d'acquisition du flux vidéo de la source et de diffusion vers le destinataire.

Un routage permet de diffuser à un tiers des images provenant d'un autre tiers, sous autorisations paramétrées et avec limitation de flux simultanés. Le système tiers demande des images autorisées sans devoir passer par l'opérateur de la Métropole.

Le hub vidéo dispose de sorties dynamiques (pas de sorties pré-affectées à un partenaire) ce qui lui permet d'optimiser et de réduire son nombre d'entrées/sorties. La voie de sortie est communiquée au partenaire de manière dynamique en réponse à sa demande.

Les flux transitent suivant le format normalisé au standard RTSP (en unicast ou multicast). Le partenaire n'a donc besoin d'aucun autre codec vidéo particulier à installer pour la réception de flux. C'est donc le hub qui normalise le flux.

Aucun matériel n'est à installer chez les partenaires, ce qui simplifie la maintenance. Il suffit d'une liaison haut-débit entre le partenaire et le hub vidéo. La gestion des flux est sécurisée au travers des firewalls de part et d'autre de la liaison. La liste de caméras autorisée est transmise dynamiquement. La configuration des caméras autorisées pour diffusion vers un tiers est possible au niveau du hub, ce qui permet à un tiers de sélectionner uniquement certaines caméras parmi l'ensemble du parc d'un autre exploitant.

Le hub est actuellement dimensionné pour interconnecter 10 partenaires et chacun d'entre eux peut visualiser jusqu'à 10 flux simultanément. Cette performance est obtenue par une gestion multicast des flux. Lorsque plusieurs partenaires regardent le même événement et donc la même caméra, un seul flux vidéo transite sur le réseau interne au Hub ce qui permet de ne pas le surcharger.

Pour autant, pour adresser des partenaires supplémentaires ou augmenter le nombre de flux par partenaire, il suffit d'augmenter le nombre de passerelles d'entrées ou de sorties. La modularité de l'architecture rend la solution évolutive.

### Retour d'expérience

Le premier apport pour l'opérateur partenaire est la gestion dynamique de ses demandes directement intégrée à son propre système vidéo, il n'est pas nécessaire d'appeler le régulateur partenaire pour demander une image.

L'autre apport est la disponibilité automatique pour un partenaire de nouvelles caméras intégrant le hub, qu'elles soient propres à CRITER ou bien venant d'un partenaire tiers.

La police nationale a ainsi pu optimiser la gestion des équipages, suite à des appels au 17. L'usage des flux vidéo pour la surveillance de manifestations est très utile, si bien que la police s'interroge déjà de savoir quand et comment seront gérés les coupures d'accès aux caméras dans le cadre des opérations de maintenance et d'évolutions.

D'un point de vue technique, cela devait marcher en théorie, mais c'était risqué. Dans les faits, cela a fonctionné et avec des temps de réponses corrects. La maîtrise du risque s'est faite par l'intégration des différentes interfaces étape par étape.. Pour réaliser ces interfaces, la fourniture d'une documentation technique claire, exhaustive et d'un simulateur a été précieuse aux développeurs partenaires. Il a fallu préparer minutieusement des essais d'interfaces avec tous les « sachants » des industriels présents simultanément pour converger rapidement.

Les difficultés se sont nichées dans des domaines où nous ne les attendions pas, comme les différences d'interprétation du protocole RTSP, pourtant standardisé.

## Conclusion

La rénovation du système vidéo du PC de régulation a été l'occasion pour la Métropole de Lyon d'aller bien plus loin qu'un strict renouvellement avec passage au numérique. Le nouveau système vidéo offre un outil supplémentaire aux opérateurs leur permettant une meilleure gestion du réseau routier urbain. La qualité des services publics rendus s'est améliorée, sans embauche de personnels supplémentaires. Les exploitants ont un meilleur confort de travail et trouvent leur travail plus intéressant, car ils passent la plus grande partie de leur temps à gérer des situations et non plus à détecter les situations. En tenant ses engagements de mise à disposition des flux vidéo, la Métropole améliore les services de plusieurs institutions urbaines (autres opérateurs de transports, forces de l'ordre) via un partage aisé et ergonomique. Ces innovations ont renforcé le poids du système vidéo parmi les outils de l'exploitant et des partenaires, au point que la Métropole a investi dans des redondances supplémentaires afin de garantir la disponibilité souhaitée par les partenaires.



## Biographie des présentateurs



**GRANDLYON**  
la métropole

### Gilles VERNOUX

*Responsable du poste central d'information voyageur et de régulation du trafic routier de la métropole de Lyon (CRITER)*

#### Coordonnées

#### Métropole de Lyon

20, rue du lac  
BP 3103  
69399 Lyon Cedex 03  
<http://www.grandlyon.com/metropole>  
Tél : +33 (0)4 78 63 47 46  
Mobile : +33 (0)6 75 25 16 65  
Email : [gvernoux@grandlyon.org](mailto:gvernoux@grandlyon.org)

#### Parcours professionnel

- De 2008 à 2016 : GRAND LYON : Direction de la voirie : Service Exploitation Information : Responsable du service en charge du poste central de gestion de l'information voyageur et la régulation de trafic routier.
- De 2006 à 2008 : ALSTOM TRANSPORT : Activité Contrôle Commande de Trains : ingénieur d'étude (en prestation de service).
- De 2003 à 2006 : CEGELEC : Activité Contrôle Commande de tunnels routiers et ferroviaires, réseaux autoroutiers : ingénieur d'étude (en prestation de service).
- De 2000 à 2003 : I.C.E (Industriel de Contrôle et d'Équipements) : Activité Contrôle Commande et protection des réseaux d'énergie : Ingénieur expert en support à la gestion d'affaires et chef de projet.
- De 1989 à 2000 : C.E.E (Continental d'Équipement Électrique) : Activité Contrôle Commande et protection des réseaux d'énergie :
  - 1998 à 2000 : Ingénieur expert en support à la gestion d'affaires et chef de projet
  - 1991 à 1998 : Ingénieur d'étude, chef de projet

#### Formation

Diplôme d'ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers (C.N.A.M), spécialité informatique, option génie logiciel.



## Rémy LECUYER

Consultant - Gérant d'entreprise  
Assistant Maître d'Ouvrage systèmes de transports

### Coordonnées

#### Interfaces Solutions

1, cours Albert Thomas  
69003 Lyon

<http://interfaces-solutions.fr/>

Mob. : +33 (0)6 76 42 58 54

Email : [rlecuyer@interfaces-solutions.fr](mailto:rlecuyer@interfaces-solutions.fr)

### Parcours professionnel

- Interfaces Solutions (2006 à aujourd'hui)  
Assistant Maître d'Ouvrage dans les systèmes de transports)
  - AMO système Vidéo PC CRITER de la Métropole de Lyon
  - AMO systèmes vidéo Métro de Lyon et AMO système Radio des transports publics Lyonnais
  - AMO systèmes métiers Aéroports de Lyon (en particulier le nouveau Centre de commande opérationnel)
  - Moe interne pour le système de suivi de la qualité des bus du réseau de transports de Lyon
- COFRAMI SSII (2003-2006) Directeur Technique des projets au forfait
- SIEMA Electronique (1999-2003)  
Directeur du projet « SIAM », conception et mise en œuvre d'un nouveau système de supervision et d'automates de surveillance des équipements à la voie pour RFF/SNCF
- LYON Equipement Electronique (1992-1999) Responsable de validation informatique  
Validation du nouveau système d'information du PCC du Métro de Lyon, lignes ABC puis ligne D en automatisme intégral.

### Formation

Ingénieur informatique INSA Lyon (1991)



## Christophe MONTANO

*Responsable d'affaires*

*Consultant dans les Systèmes d'Information pour la Mobilité*

### Coordonnées

#### **SPIE Sud-Est**

Direction Opérationnelle Infrastructure Énergie et Transport

4, avenue Jean-Jaurès

TSA 90001

69552 Feyzin Cedex

<http://www.spie.com>

Tél. : +33 (0)4 72 21 16 86

Mob. : +33 (0)6 70 64 05 21

Fax : +33 (0)4 78 67 11 77

Email : [c.montano@spie.com](mailto:c.montano@spie.com)

### Parcours professionnel

- SPIE Sud-Est (15 ans)
  - Responsable d'affaires  
Activité Maintenance et Services dans la gestion du trafic routier :  
PC de Régulation Trafic urbain : CRITER (Grand Lyon), Capitoul3 (Toulouse Métropole), Parcival3 (Val de Marne) Cité Limoges Métropole, Cité Aix-en-Provence et PC du Système d'Aide à la Gestion du Trafic du pont de Saint-Nazaire (CG44)
  - Chef de projet  
Projets neufs et maintenance
- Médial - Éditeur de logiciels (2 ans)  
Chef de projet dans le monde de l'édition informatique
- Gétronics Décan - SSII (4 ans)  
Ingénieur d'études puis chef de projet dans le domaine de l'informatique de gestion

### Formation

Ingénieur réseaux informatiques

EPSI Montpellier (1996)