

LES AVANTAGES APPORTES PAR LES PREVISIONS DE TRAFIC ET L'ESTIMATION DES TEMPS DE PARCOURS POUR LES CONDUCTEURS ET LES GESTIONNAIRES DE RESEAU

M. CHEVREUIL

Directeur Scientifique et Technique, ISIS – Groupe EGIS, France
m.chevreuil@isis.tm.fr

RESUME

Différents outils sont maintenant disponibles qui permettent d'obtenir des prévisions de trafic et l'estimation des temps de parcours sur des réseaux routiers complexes. Ces outils permettent d'un part aux gestionnaires de mettre en œuvre des stratégies de gestion du trafic mieux adaptées aux variations rapides de la circulation et d'autre part de mettre à disposition des conducteurs une information précise sur les temps de parcours.

Ce papier présente certains de ces outils actuellement utilisés et s'intéresse particulièrement aux changements de comportements qui ont pu être observés, à l'avantage aussi bien des conducteurs que des gestionnaires.

MOTS CLES

PREVISION DE TRAFIC / TEMPS DE PARCOURS / INFORMATION / GESTION DES RESEAUX

1. PREAMBULE

« Contrairement aux capacités physiques des poutres à porter des charges ou des tuyaux à transporter des fluides, la capacité des routes concerne des êtres humains qui sont sensibles à la qualité du service offert et sont capables d'y réagir ».

Extrait de l'avant-propos au Manuel de Capacité des Routes (HCM) 1985

La structure de la demande de déplacement peut être classée selon différents cycles correspondant aux activités journalières (trafic domicile travail, livraisons de marchandise...); hebdomadaires (courses, loisirs), vacances. En outre, des événements exceptionnels peuvent générer une demande exceptionnelle.

Le trafic routier est ainsi le résultat du rapprochement entre cette demande et l'offre de transport, dépendant des choix individuels en terme de mode de transport, d'heure de départ, d'itinéraire. En outre, comme mentionné ci-dessus dans le manuel HCM, le trafic n'est pas un simple fluide mais implique les comportements individuels de conduite et les interactions entre ces comportements et un processus d'apprentissage.

La prévision de trafic est donc une science complexe qui a mobilisé de nombreux scientifiques, étudiants et doctorants depuis un demi-siècle.

Des méthodologies et des outils dérivés ont été développés. Ils peuvent être classés grossièrement en deux catégories principales :

- Les méthodes basées sur les données historiques : en faisant l'hypothèse que la demande de trafic suit différents cycles de vie, il est alors possible de prévoir le

niveau de trafic un certain jour, une certaine heure en comparant avec une période comparable du passé.

- Les méthodes basées sur la simulation de l'écoulement du trafic: l'hypothèse prise en compte est que l'écoulement du trafic suit des lois comparables à celles de la mécanique des fluides (simulation macroscopique) ou à des lois plus sophistiquées prenant en compte les comportements individuels (simulation microscopique)

Bien sûr, des combinaisons des ces méthodes ont été introduites afin de bénéficier des avantages de chacune d'elle : par exemple, au lieu d'utiliser uniquement des données temps réel pour la simulation, des données prévisionnelles basées sur des historiques peuvent être introduites.

Quelques exemples de méthodologies dérivées de méthodes mathématiques connues : tendance linéaire, régression linéaire, filtre de Kalman, réseaux neuronaux, prédicteur combiné bayésien, ..

Des progrès certains ont été accomplis en particulier grâce à l'amélioration des systèmes de collecte de données. Une densité importante des points de mesure et des séries historiques plus longues ont permis d'améliorer l'analyse du trafic et les lois de prédiction : « Plus il y a de points de mesure, plus les prévisions seront précises », comme indiqué dans les manuels d'utilisation des outils de simulation de trafic. Toutefois, pour les gestionnaires comme pour les conducteurs, les résultats ne sont pas satisfaisants : il y a toujours une marge d'incertitude importante dans les prévisions, quelle que soit la méthode.

Deux raisons à cela :

- Le changement dans les comportements de mobilité : ceci est particulièrement important dans les pays développés où les temps de loisirs sont de plus en plus utilisés à se déplacer
- Les prévisions de trafic sont utilisées pour informer les conducteurs et modifier leurs comportements afin de réduire la congestion.

Une des conséquences de ces modifications, est qu'il est alors difficile d'évaluer la précision des outils de prévision : l'utilisation de données historiques est sujette à caution alors même que la réalité est modifiée grâce aux mesures de gestion de la circulation et aux services d'information des voyageurs.

2. LES BESOINS DES GESTIONNAIRES DE RESEAUX

On peut grossièrement trier les besoins des gestionnaires en trois classes.

La première classe de besoins des gestionnaires concerne la planification des activités d'exploitation et leur organisation. Un horizon à moyen terme (de l'ordre d'un an) est nécessaire pour identifier les jours de pointe et planifier des mesures spécifiques comme :

- L'interdiction de circuler pour certaines catégories (transport de marchandise)
- L'interdiction des travaux pendant ces périodes
- La mobilisation des ressources humaines (opérateurs, force de Police)
- La mise en œuvre d'opérations spécifiques

Ces prévisions de trafic sont également utilisées pour diffuser une information préventive auprès des conducteurs : l'Europe et en particulier la France ont développé ces

calendriers de trafic depuis la fin des années 70 (par ex. le calendrier Bison Futé créé en France en 78, le calendrier du modèle de congés en Allemagne, ...). Ces informations préventives permettent aux voyageurs de choisir les meilleurs jours pour les départs en vacances.

La seconde classe de besoins des gestionnaire est la capacité à prendre en compte des modifications dans la structure des déplacements au dernier moment (par ex, le semaine ou le jour avant) et à introduire les modifications nécessaires dans les plans préparés.

La troisième classe de besoins est la capacité à réagir en temps réel à des événements imprévus (incidents, accidents,...) et à mettre en œuvre les stratégies de contrôle permettant de faire face à ces événements. Dans ce cas, les prévisions de trafic peuvent également être utilisées pour simuler différentes stratégies et sélectionner la meilleure.

3. LES BESOINS DES CONDUCTEURS

Les besoins des conducteurs peuvent être triés selon les mêmes classes (planification du voyage, modification des plans à cause d'événements imprévus, modification de l'itinéraire en cours de trajet, ..) mais ils doivent être examinés différemment selon le motif de déplacement. Dans ce qui suit, nous présentons quelques exemples de catégories de conducteurs présentant des besoins différents.

3.1 Trajet domicile travail

Pour ces trajets pendulaires, la planification est généralement faite une fois pour toute, tant que le lieu de travail, le domicile et l'offre de transport ne sont pas modifiés.

Les besoins des pendulaires sont ainsi à relier à toute modification potentielle qui peut affecter leur trajet habituel: ils sont en particulier intéressés dans les conséquences de tout évènement prévu (météo, travaux, grèves, manifestations, ...) qui peut modifier la circulation. Dans ce cas, ces conducteurs souhaitent avoir une information suffisante afin de pouvoir déterminer si ils doivent modifier leur plan : heure de départ, itinéraire, retards prévus, voire changement de mode.

Ils sont bien sûr également intéressés par tout événement qui surgit pendant le déplacement et les conséquences sur leur trajet : les temps de trajet attendus et les choix d'itinéraire sont de première importance dans ce cas. Comme de façon générale, les itinéraires des pendulaires présentent de nombreuses alternatives, une information exhaustive sur les itinéraires alternatifs est exigée.

3.2 Trajets de loisir

En ce qui concerne ce type de trajets (la plupart étant des longues distances), les besoins sont assez différents, en particulier si le trajet doit se dérouler dans une région inconnue. La planification du trajet est alors de première importance et les conséquences de tous les événements qui peuvent affecter ces plans sont demandés.

Au cours du trajet, les conducteurs souhaitent bien sûr être informés de toute perturbation, mais en outre une information plus détaillée sur les choix alternatifs est nécessaire comme le conducteur n'est pas familier avec le réseau emprunté. Une différence importante avec les pendulaires, est que les voyageurs longue distance demandent une information précise sur les grands axes alternatifs.

3.3 Conducteurs professionnels

Cette catégorie de conducteurs recouvre plusieurs types d'activités: services de livraison, transports de marchandises longue distance, commerciaux, ... Selon leur zone d'action (longue distance, circuits habituels dans une région connue, livraison dans une zone inconnue) leur besoins vont être différents.

La planification des déplacements va ainsi être importante pour certains types de conducteurs, alors qu'une information temps réel sur les événements et leurs conséquences sur les choix d'itinéraires vont être la priorité pour d'autres.

4. INFORMATION TEMPS DE PARCOURS

Les temps de parcours sont un sujet grandissant dans tous les pays développés : cela répond à une forte demande des conducteurs et attire fortement l'intérêt de nombreux gestionnaires de réseau et de fournisseurs de service.

Toutefois, la fourniture des temps de parcours exige un recueil de données d'excellente qualité et une expertise forte en capacité de traitement et de prévisions, lesquelles sont heureusement maintenant disponibles. Avec le développement de la société de l'information, différents types de médias peuvent être utilisés pour la diffusion de l'information : cela va des panneaux à messages variables sur les routes aux sites INTERNET et aux services SMS.

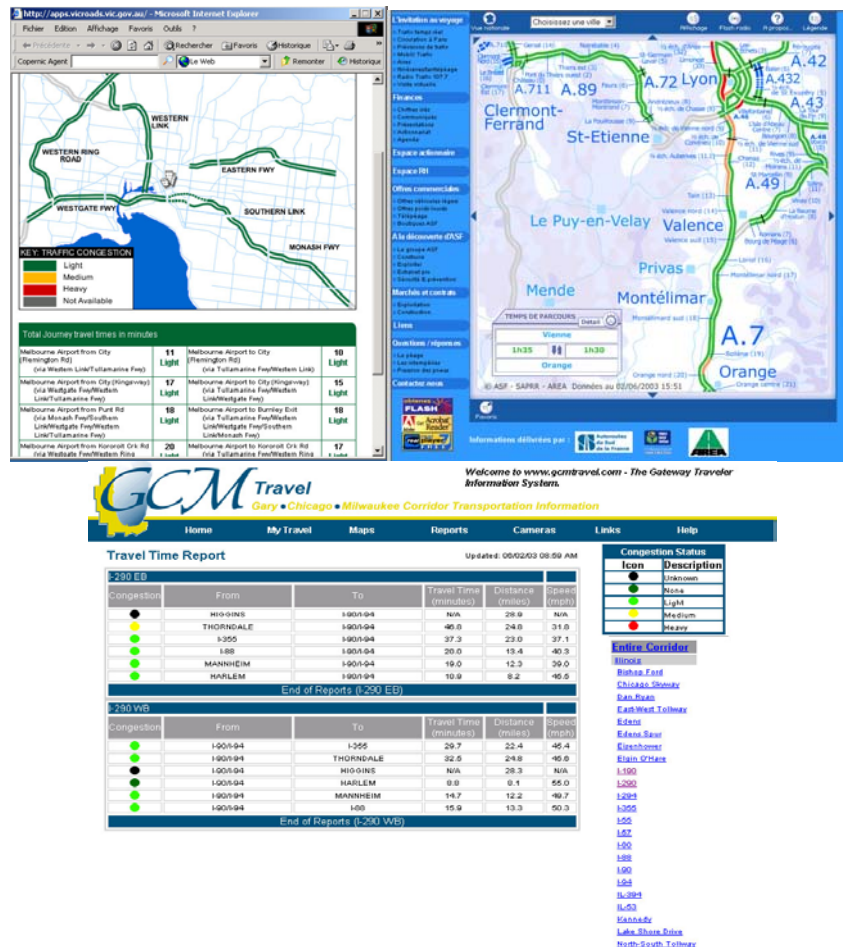


Figure 1 : exemples d'information temps de parcours sur INTERNET : Vicroads (AUS), les autoroutes ASF (FR), Gary –Chicago – Milwaukee Corridor (US)

Les services en fonctionnement depuis plusieurs années et des démonstrations à large échelle, particulièrement en Europe ont montré la satisfaction des usagers finaux vis à vis de ces services.

« Compte tenu des technologies disponibles et le fort niveau d'intérêt qu'ils présentent, les temps de parcours sont un véritable défi pour l'Europe et sont appelés à devenir une histoire à succès » (Waldner, 2001). Cette déclaration, vaut certainement pour tous les pays développés.

5. LES OUTILS DE PREVISION DE TRAFIC

5.1. LES OUTILS DE PREVISION A LONG TERME

Nous entendons par prévisions à long terme, les prévisions nécessaires pour les planificateurs du transport : construction de nouvelle infrastructure, élargissement des voies existantes... Bien sûr ces prévisions sont également utiles aux gestionnaires comme indication sur les tendances d'évolution générales (évolution structurelle), mais elles ne répondent pas à leurs besoins précis qui sont de connaître la distribution détaillée du trafic dans le temps (jours, heures) et dans l'espace (zones particulières, tronçons du réseau).

5.2. LES OUTILS A MOYEN TERME

Ces prévisions de trafic sont généralement basées sur les données historiques, et passent par les étapes suivantes :

- Identification de périodes, réseaux ou situations comparables
- Identification des facteurs susceptibles de distordre les comparaisons (création ou fermeture d'un axe, modification des règles de police, événements particuliers, etc.)
- Examen des flux de trafic correspondants
- Application de facteurs correctifs
- Etablissement des prévisions
- Détermination des marges d'erreurs dans les prévisions
- Comparaison avec toutes prévisions produites par d'autres services

Le même type de méthodologie peut être utilisé pour actualiser les prévisions récurrentes sur les heures de pointes dans la journée ou les jours de pointe dans la semaine.

Des méthodes plus sophistiquées ont été développées, basées sur des analyses statistiques des données passées (analyse typologique, méthode de classification, ...) et la prise en compte de variables externes qui peuvent influencer le trafic.

Un aspect important à prendre en compte dans ces méthodes est la qualité des données historiques utilisées :

- méthode de complétion des données manquantes
- interprétation des données : en cas de congestion, il faut en particulier souligner que les comptages ne reflètent pas le niveau de la demande et peuvent être mal interprétés
- des incidents, des événements exceptionnels, la météorologie peuvent également influencer sur ces données.

Il est donc essentiel, avant d'utiliser les outils mentionnés, de porter attention à la nature et à la qualité des données utilisées.

Si l'on considère les outils de prévision moyen terme, il est généralement entendu que ces outils répondent assez bien aux besoins des gestionnaires et des voyageurs. En particulier de nombreux sites INTERNET diffusent aujourd'hui les prévisions de trafic et les conseils sur le moment du départ, y compris l'annonce d'événements exceptionnels et de leurs conséquences. Toutefois, cette information reste à un niveau assez général (par ex ; densité de trafic attendue en termes qualitatifs ou sous forme de code de couleur) et aucun service de calcul d'itinéraire prenant en compte des prévisions détaillées n'est opérationnel aujourd'hui à grande échelle.

5.3 LES OUTILS COURT TERME

En ce qui concerne les prévisions à court terme, la situation doit être vue différemment en zone urbaine et sur les autoroutes interurbaines. Dans les zones urbaines la densité des stations de comptage est élevée, les temps de trajet sont relativement courts et la structure du trafic est stable, si bien que les prévisions peuvent être effectuées de façon plus fiable.

Sur autoroutes interurbaines, la situation est différente : les trajets moyens sont plus longs (le risque de rencontrer un incident pendant le trajet est de ce fait plus grand), les vitesses individuelles varient considérablement (ce qui affecte le temps de trajet total sur les longs déplacements), il y a des variations importantes dans les conditions de circulation selon l'heure dans la journée et le jour dans la semaine et enfin la densité d'équipements de recueil est moindre.

5.3.1 Zones urbaines

En zone urbaine, différentes techniques sont utilisées pour prévoir le trafic à court terme (en général une heure). Quelques exemples récents : Cologne en Allemagne avec l'utilisation d'une "technique de comparaison avec des profils types" (basée sur des données historiques) en comparaison avec des réseaux de neurones (Rosswog and al., 2000), Chicago avec l'utilisation de réseaux de neurones (Zhou and al., 2002).

En dépit des nombreux efforts de recherche dans ce domaine, il apparaît aujourd'hui que dans les zones urbaines, le gain du point de vue du conducteur en comparaison avec la mise à disposition des informations de temps de parcours courantes est minime. Ainsi, les gestionnaires de réseaux ont-ils choisi de diffuser cette information sur les temps de parcours actuels mesurés ou estimés, à la satisfaction des conducteurs.

A titre d'exemple, il est intéressant de se référer aux évaluations assez complètes concernant l'information de temps de parcours diffusée sur le Périphérique parisien.

Trois types d'évaluation ont été entrepris depuis la mise en oeuvre de la diffusion des temps de parcours et portant sur :

- la précision de l'information
- la comparaison avec un stratégies d'information sur la congestion
- la satisfaction de l'utilisateur

5.3.1.1. Précision de l'Information :

La comparaison des temps de parcours mesurés avec des informations recueillies à l'aide de véhicules flottants ont révélé un écart inférieur à 1 min (pour des parcours de moins de 25 min) et de moins de 5 min pour des parcours entre 25 et 45 min.

5.3.1.2 Comparaison avec la stratégie d'information sur la congestion.

Cette évaluation a été entreprise en comparant les données de 22 jours de fonctionnement avec affichage des temps de parcours et 25 jours d'affichage d'information de congestion. On note, avec la diffusion d'information sur les temps de parcours:

- Un accroissement de 2,7% du temps passé sur le Périphérique et une réduction de 1,9% sur les Maréchaux (boulevard urbain intérieur à Paris)
- Approximativement les mêmes distances parcourues
- Une diminution du nombre de sorties, particulièrement pendant les périodes de congestion

5.3.1.3. Enquête de satisfaction:

Les conducteurs interrogés ont jugé le service d'information de temps de parcours de la façon suivante :

- Est absolument utile (71%), plutôt utile (22%)
- Répond à leurs attentes (84%)
- Améliore leur confort (75%)
- Leur permet d'adapter leur itinéraire. (79%)

5.3.2 Réseaux interurbains

Sur les routes et autoroutes interurbaines, les prévisions de trafic court terme ont également été étudiées mais les mises en œuvre réelles sont rares. Quelques exemples :

- Le système OPERA en Ecosse
- Le système MAESTRO en France, en place sur le réseau autoroutier de la SAPRR.

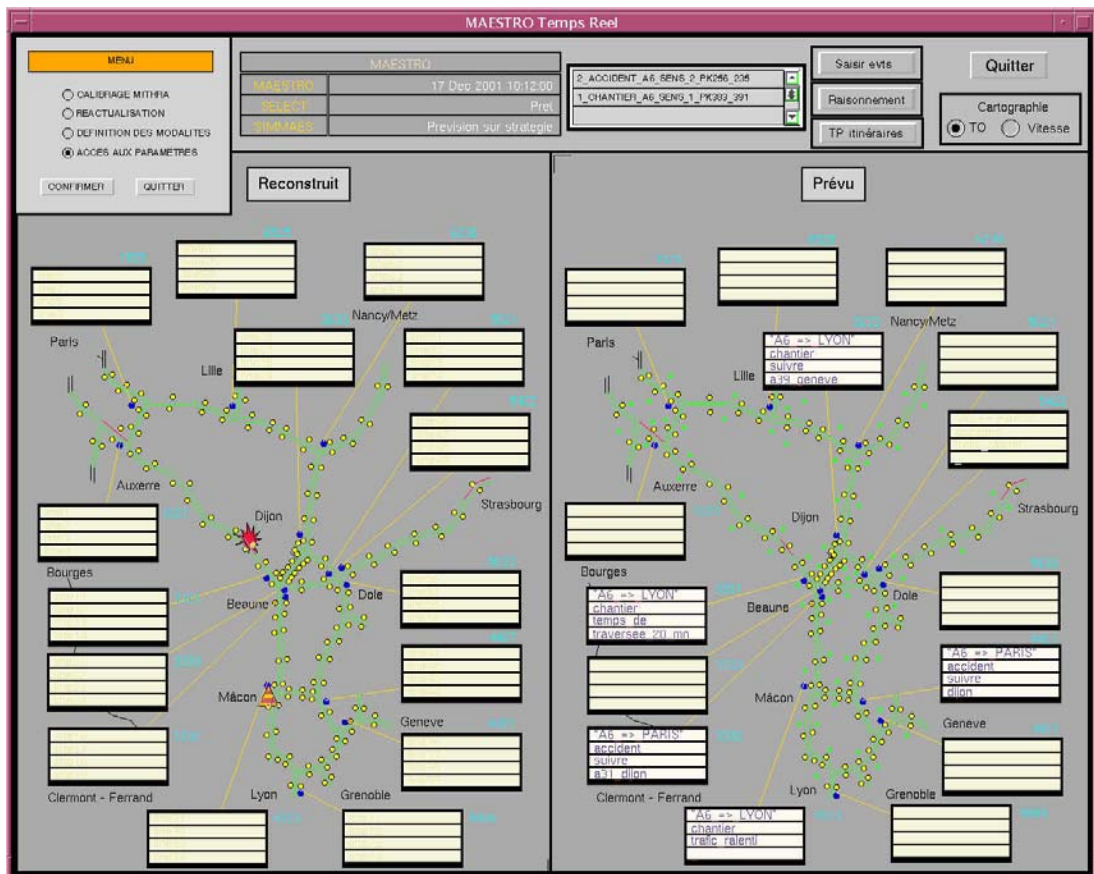


Figure 2: IHM MAESTRO

Les deux systèmes sont basés sur les mêmes principes et un outil comportant 3 modules :

- Un premier module a pour tâche de reconstruire la demande et les matrices origines/destinations (reconstruction basée sur les données historiques et les comptages temps réel)
- Le second module est un modèle de simulation macroscopique propageant les flux origines/destinations sur le réseau. Il fournit les volumes de trafic actuels et prévus, les vitesses, les temps de parcours, y compris sous incidents. Il comprend en outre un modèle de comportement de l'utilisateur et un module de mise à jour des taux de réactions des conducteurs face à un choix.
- Le troisième module a pour objet de préparer et sélectionner les meilleures stratégies de contrôle du trafic.

En combinant les deux approches, cet outil est certainement l'un des plus avancés installé en situation réelle sur une grande échelle. Il permet de fournir des prévisions à deux heures avec un rafraîchissement de l'information toutes les 6 ou 9 min.

Pour la SAPPR qui gère un réseau maillé de 1500 km, comprenant 4 mailles entre Paris et Lyon et la partie est de la France, cet outil permet d'élaborer et de simuler les stratégies de gestion du trafic qui sont ensuite mises en œuvre à l'aide des panneaux à messages variables et autres médias. (Buvat, 2002).

Compte tenu de la capacité du système de fournir des prévisions à un horizon de deux heures, il est alors possible d'informer les conducteurs, voire les conseiller sur des choix d'itinéraires alternatifs portant sur des longues distances (environ 200 km)

6. CONCLUSION SUR LES FUTURS BESOINS ET LES TENDANCES D'EVOLUTION

A partir des quelques exemples présentés dans cet article, on peut en tirer quelques tendances, sinon des conclusions :

- Grâce à l'amélioration du recueil de données et l'existence de séries historiques plus longues, les outils de prévision de trafic et en particulier ceux intégrant les temps de parcours, s'améliorent et répondent assez bien aux besoins des gestionnaires et des conducteurs
- Toutefois, ces améliorations sont contrecarrées par les changements des comportements des usagers, et non seulement les changements dus aux évolutions de la vie sociale et économique, mais également les changements dans les choix de déplacement dus à l'usage des informations délivrées par les outils de prévision eux-mêmes

L'amélioration des outils de prévision est de ce fait un défi continu. En outre le développement des systèmes de navigation exige la fourniture d'une information précise en temps réel et comportant des prévisions. Des fournisseurs de service sont d'ores et déjà en train de développer des informations de prévisions ce qui va ajouter un degré de complexité aux activités de gestion du trafic.

Enfin, un dernier aspect qui mérite d'être mentionné est la mauvaise intégration des prévisions moyen terme et court terme. Il ne semble pas exister d'outils capables d'intégrer un ou deux jours à l'avance dans les prévisions moyen terme, les corrections permettant de prendre en compte les derniers changements comme la météo, les événements exceptionnels, alors que c'est un besoin fortement exprimé par les gestionnaires et les conducteurs.

REFERENCES

- Waldner, O (2001) Travel Time Estimation European Workshop organised by the SERTI project Avignon, 8-9 November 2001
- Briet, G (2001) : Travel Time Estimation European Workshop organised by the SERTI project Avignon, 8-9 November 2001
- Rosswog, S and Wagner, P (2000): A comparative study of traffic state prediction: a fitted template technique (FTT) versus neural networks (ITS Congress, Turin, 2000)
- Zhou, C and Nelson P, C (2002) Predicting traffic congestion using recurrent neural networks (ITS Congress, Chicago, 2002)
- Boudes, JC (1997) : The new VMS information system of Paris ringway (ITS Congress, Berlin 1997)
- Buvat, J (2002) : MAESTRO : un outil pour la gestion dynamique du réseau maillé de la SAPRR (E-safety Congress, Lyon 2002)