

1944

## LES SYSTÈMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS



## POUR LES DÉPLACEMENTS URBAINS DE PERSONNES

État des lieux, perspectives et applications en Ile-de-France



## **Les Systèmes de Transport Intelligents : une révolution tranquille**

GPS, GSM, DAB, RDS/TMC, GPRS, UMTS, WAP, Bluetooth, SYMBIAN. Ces acronymes et termes techniques traduisent l'entrée en force des nouvelles technologies d'information et de communication, les NTIC, dans notre univers quotidien.

Dans le domaine des transports, on en voit déjà de multiples applications, comme la gestion automatique des feux de circulation, l'information sur les temps d'attente des trains ou des bus, le guidage des véhicules grâce au GPS, système de localisation par satellite. Le couplage du téléphone mobile avec Internet, déjà possible avec le WAP, mais qui sera beaucoup plus performant demain avec le GPRS et l'UMTS, ouvre l'accès à une information très large et immédiate sur les horaires, l'état du trafic, les incidents ou accidents, les possibilités de parking.

C'est l'ensemble de ces outils et de ces services qui utilisent les nouvelles technologies au bénéfice des déplacements que l'on désigne sous le vocable de «Systèmes de Transport Intelligents» (STI), traduction littérale de l'anglais «Intelligent Transport Systems».

Ces systèmes se sont développés, dans les années 70, dans le domaine routier. On parlait alors d'«informatique du transport routier». Ce n'est que récemment qu'ils se sont élargis à l'ensemble des systèmes de transports.

En dressant le panorama des applications et services existants et en gestation, l'IAURIF a voulu montrer comment, dans des domaines aussi divers que l'information, la conduite des véhicules, le paiement des services, les systèmes de transports intelligents transforment nos conditions de déplacements. L'essentiel des transformations est d'ailleurs sans doute à venir, tant les progrès technologiques sont rapides et foisonnants.

Pour une métropole comme l'Ile-de-France, les STI représentent un enjeu considérable, tant pour optimiser l'usage d'infrastructures menacées de saturation et qui ne peuvent être étendues à l'infini, que pour répondre aux exigences des franciliens en matière d'information, de sécurité, de commodité de leurs déplacements.

De nombreuses études, aux États-Unis comme en Europe, ont montré l'efficacité potentielle des STI. Leur développement ne pourra cependant se faire que si certaines conditions sont réunies. Elles sont commerciales, réglementaires, mais aussi culturelles. La pleine efficacité des STI exige en effet l'interopérabilité des systèmes et la mise en commun des données alors que la tendance de chaque acteur est de développer des systèmes fermés.

Cette ouverture à une culture d'échange ne se fera pas en un jour. Des modes de coopération sont à imaginer, des institutions sont à créer. C'est cependant une étape obligée pour aboutir à la mise en place de véritables systèmes globaux de gestion des déplacements, comme à Turin, Munich ou Toulouse. L'importance de l'enjeu mérite que l'on réfléchisse aux actions à mener pour y parvenir dans notre région.

**Hervé GAY**  
Directeur Général de l'IAURIF

## **Présentation du document**

- Le champ des applications des NTIC décrites dans ce document a volontairement été limité au transport urbain des personnes. Certaines applications, comme le repérage ou le guidage des véhicules, concernent également le transport de marchandises, mais d'autres lui sont spécifiques, comme le suivi des marchandises et des procédures tout au long de la chaîne logistique. Elles ne sont pas abordées ici.
- Le point de vue pris est celui de l'utilisateur, individu, exploitant du réseau ou collectivité. D'où le choix d'une présentation des systèmes de transport intelligents (STI) par types de service plutôt que par technologie.  
Il existe une classification ISO des STI (ISO TC 204) mais, d'inspiration nord-américaine, cette classification ne prend pas en compte les spécificités du contexte européen notamment en ce qui concerne les transports publics. On s'est donc appuyé sur la classification adoptée par la Commission Européenne dans ses études d'impacts socio-économique des STI qui définit 5 catégories de services :
  - l'information sur les déplacements,
  - la gestion de la circulation routière,
  - la gestion des transports en commun,
  - le paiement électronique et la gestion de la demande de déplacements,
  - l'assistance à la conduite.
- On ne peut parler des nouvelles technologies sans citer certains termes techniques ou acronymes. Ils sont dans toute la mesure du possible explicités dans le texte. Un glossaire en donne toutefois la signification en annexe.
- Ce document a été établi grâce à la collaboration de nombreuses personnes qui ont bien voulu recevoir l'auteur ou lui communiquer des informations. L'auteur tient à les remercier de leur accueil et de leur contribution.

# SOMMAIRE

Les Systèmes de Transport Intelligents : une révolution tranquille .....	3
Présentation du document .....	4
Sommaire .....	5

<b>L'information de l'utilisateur</b> .....	<b>6</b>
■ L'information avant le déplacement .....	6
■ L'information pour l'automobiliste .....	10
■ L'information dans les transports en commun .....	14
■ L'information multimodale .....	15
■ L'information sur les services .....	16
■ L'aide au covoiturage .....	16

<b>La gestion de la circulation routière</b> .....	<b>18</b>
■ La gestion des incidents et des secours .....	18
■ Les appels d'urgence .....	19
■ La gestion de la circulation urbaine .....	20
■ La gestion de la circulation autoroutière .....	21
■ Vers la gestion intégrée des circulations urbaines et autoroutières .....	22
■ L'aide à la circulation des piétons .....	22
■ La surveillance météo .....	23
■ La route automatisée : objectif ou utopie ? .....	23

<b>La gestion des transports publics</b> .....	<b>24</b>
■ La connaissance de la clientèle .....	24
■ La régulation de l'offre et l'aide à la circulation .....	25
■ Le guidage des véhicules .....	26
■ La réponse aux nouveaux besoins de mobilité .....	26

<b>Le paiement électronique et la gestion de la demande</b> .....	<b>28</b>
■ Le paiement électronique intégré et le péage électronique urbain .....	28
■ L'accès contrôlé ou réservé à une zone .....	30
■ Le contrôle du stationnement .....	30

<b>L'assistance à la conduite</b> .....	<b>32</b>
■ La surveillance du conducteur .....	32
■ L'automatisation des équipements de sécurité .....	33
■ Les systèmes anti-collisions .....	33
■ Le guidage routier .....	34

<b>L'impact des Systèmes de Transport Intelligents</b> .....	<b>38</b>
■ Un défi méthodologique .....	38
■ L'identification et la quantification des impacts des STI .....	39
■ Les évaluations socio-économiques globales .....	41

<b>Le développement des STI, à quelles conditions ?</b> .....	<b>44</b>
■ Des convergences techniques à organiser .....	44
■ Des stratégies commerciales à adapter .....	45
■ Assurer l'interface homme-machine .....	45
■ Un cadre réglementaire et juridique à préciser .....	46
■ L'adaptation des institutions et des acteurs .....	47

<b>Annexes</b> .....	<b>50</b>
Bibliographie sommaire .....	50
Quelques sites Internet .....	52
Glossaire .....	54
Personnalités auditionnées .....	56

# L'INFORMATION DE L'USAGER

En règle générale, le citadin adopte un comportement rationnel pendant ses déplacements. Ainsi, en lui donnant une bonne information sur l'état du trafic et les alternatives possibles, on optimise l'utilisation des réseaux de transports. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication offrent, pour cela, un large éventail avant et pendant le déplacement tant sur l'offre des réseaux que sur les services annexes (météo, stations-service, hôtels). L'enjeu majeur, dans ce domaine, est la mise en place du système permettant une véritable information multimodale.



## ■ L'information avant le déplacement

Dans une métropole comme l'Ile-de-France, il est particulièrement utile de connaître les conditions de transport avant de partir. C'est, actuellement, possible par radio, téléphone, minitel ou Internet.

Plusieurs chaînes de radio diffusent des flashes d'information sur la circulation en Ile-de-France. Toutefois, contrairement à ce qui existe sur le réseau autoroutier interurbain («Autoroute FM 107.7<sup>FM</sup>» - voir figure 1) il n'y a pas de station radio entièrement dédiée aux déplacements des franciliens.

Le téléphone est un moyen commode pour obtenir des informations, soit sur des numéros d'appel classiques, soit via des services audiotel (08.36...), plus chers qu'une simple communication téléphonique.

L'utilisation des audiotels n'est pas toujours rapide car il y a un certain nombre de procédures de tris à effectuer à partir des touches téléphoniques. La technologie de «reconnaissance vocale», pratiquement au point, devrait permettre, dans un avenir proche, d'offrir des services de dialogue vocal avec les répondeurs téléphoniques. Par exemple : «je veux aller de la station de métro Invalides à la gare de Versailles-Chantiers». Le répondeur pose des questions d'information complémentaires : «quel jour ? A quelle heure ?» puis donne la réponse : «Prenez le métro ligne 6 direction Nation, changez à Montparnasse...».

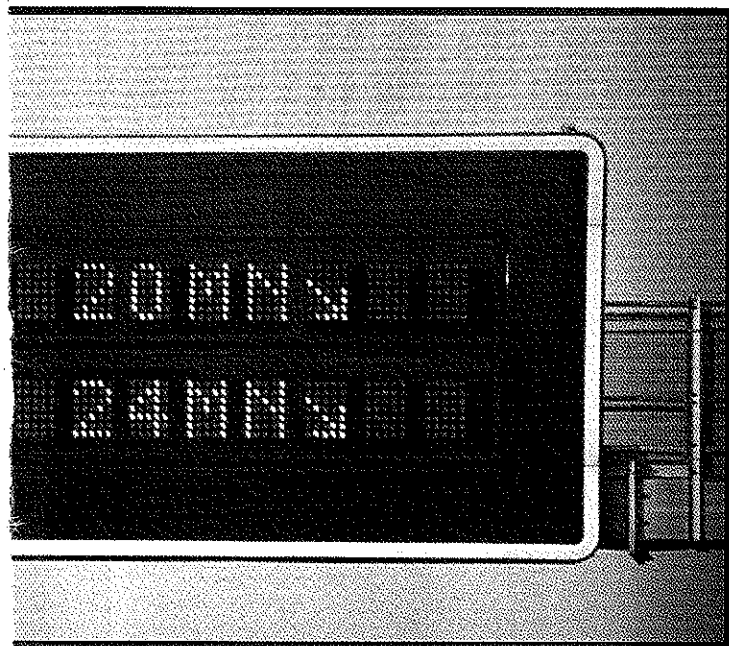


Figure 1 - AUTOROUTE FM.

Le fameux 107.7, adopté par 5 radios autoroutières, couvre 60 % du réseau autoroutier français.

Plus récemment Internet est apparu comme nouveau support d'information. Son accès est limité aux 27 % de franciliens qui en disposent ; cette proportion devrait croître substantiellement sans toutefois atteindre les niveaux des autres supports<sup>(1)</sup>. Cependant, grâce à la technologie WAP (Wireless Application Protocol) et à celles qui lui succéderont (GPRS, General Packet Radio Services ; UTMS, Universal Mobile Telecommunications System), il sera possible d'accéder à Internet à partir d'un téléphone mobile dont le taux de pénétration est déjà nettement plus élevé que celui de l'ordinateur personnel<sup>(2)</sup>.

## Préparer un déplacement : les bonnes adresses

### Par téléphone :

Pour la SNCF, c'est le 01 53 90 10 10 (7 jours sur 7, 24 heures sur 24), le centre de renseignements téléphoniques voyageurs Ile-de-France 01 53 90 20 20 (7 jours sur 7, de 6h à 22h) ou la ligne vocale 08 91 67 68 69.

Pour la RATP, ce sont les «renseignements» 08 36 68 77 14 (7 jours sur 7, 24h sur 24 avec possibilité de dialoguer avec un agent de la RATP de 6h à 21h) RATP info Flash (08 10 03 04 05 – répondeur), le standard 01 44 68 20 20 ou les informations touristiques 08 36 68 41 14 (en 5 langues). La RATP offre également aux grandes entreprises un service payant «info fax» d'information par fax sur les incidents de son réseau (200 abonnés).

Pour la circulation routière, c'est l'audiotel du CNICR (Centre National d'Information sur la Circulation Routière) 08 36 68 2000 ou le numéro de téléphone du CRICR (Centre Régional d'Information sur la Circulation Routière) 01 48 99 33 33.

Pour le choix d'un itinéraire en automobile, il y a le «Pass Pass» 08 36 65 65 05. Traffic One (08 36 68 87 23) de la société métro Trafic fournit toutes les 15 minutes une analyse complète du trafic francilien selon 6 secteurs, ainsi que les incidents ou faits pouvant générer des encombrements (travaux, météo, ...).

### Sur le Minitel :

36.15 SNCF, 36.23 SNCFIDF, 36.15 RATP, 36.15 APTR, 36.15 ROUTE, 36.15 Pass Pass, 36.17 Paristratic. Deplus, le 36.15 Copilot fournit des informations sur le trafic en Ile-de-France (RATP, SNCF, circulation routière) et sur les événements exceptionnels dans les transports en commun (travaux, grèves, ...).

### Sur Internet :

[www.ratp.fr](http://www.ratp.fr) (RATP), [www.sncf.fr](http://www.sncf.fr) (SNCF), <https://voyages.sncf.fr> (SNCF), [www.sytadin.tm.fr](http://www.sytadin.tm.fr) (SIER – Service Interdépartemental d'Exploitation Routière dépendant de la DREIF), [www.citefutee.com](http://www.citefutee.com) (RATP et SIER), [www.infotrafic.com](http://www.infotrafic.com).

(1) 107.7 Mhz est la fréquence de diffusion unique adoptée par les 5 radios autoroutières (elles couvrent plus de 60 % du réseau).

(2) Aux Etats-Unis où Internet est très largement développé, on estimait avoir 135,7 millions d'internautes fin 2000, soit 49,3 % de la population (source : Computer Industry Almanach).

(3) Actuellement, le taux de pénétration (ratio nombre de téléphones mobiles / population exprimé en %) du téléphone mobile en France est de 62 %- (au 31/12/2001).

---

**Le premier portail Internet multi-accès pour l'automobiliste européen  
(VIVENDI – PSA Peugeot Citroën)**

---

[source : dossier de presse 1<sup>er</sup> mars 2000]

- a/ Le portail Internet proposé par VIVENDI et PSA Peugeot Citroën est un point d'entrée unique pour accéder à une information entièrement dédiée à l'automobiliste. Cette information se présentera sous forme de 8 services destinés à :
- accroître la sécurité de l'automobiliste,
  - faciliter sa mobilité,
  - lui apporter confort et plaisir dans ses déplacements.
- b/ Les informations seront :
- accessibles partout à tout moment, que l'automobiliste soit dans son véhicule ou pas, sur tous types d'écrans (ordinateur, assistant personnel, écran de voiture, téléphone mobile),
  - dans la langue souhaitée,
  - en temps réel, avec des informations personnalisées et actualisées,
  - fournies sur un même écran.
- c/ L'accès au portail pourra se faire par reconnaissance vocale dans le véhicule automobile. La restitution des informations se fera prioritairement par synthèse de la parole. Pour personnaliser ses services l'automobiliste disposera de son propre espace privé sur Internet et d'une adresse e-mail pour son véhicule.
- d/ Les 8 services offerts seront :
- Pour accroître la sécurité (3 services gratuits) :
    - l'assistance vitale : un accès aux secours d'urgence rapide, simplifié, localisé et automatique partout en Europe ;
    - l'assistance dépannage : un service localisé d'assistance dépannage, dans la langue du conducteur partout en Europe,
    - le télédiagnostic et l'aide à l'entretien : le diagnostic mécanique à distance et des services d'entretien à la demande.
  - Pour faciliter la mobilité (3 services accessibles dans le cadre d'un abonnement forfaitaire au portail, consultation gratuite sur Internet) :
    - l'information sur les temps de parcours pour les trajets réguliers : des temps de parcours pour des trajets quotidiens, transmis automatiquement, dans la voiture ou sur le téléphone mobile ;
    - la navigation : le guidage intelligent, porte à porte, enrichi de points de repères sur le terrain, de l'information trafic et des dernières mises à jour ;
    - l'information trafic et les transports alternatifs : de l'information trafic et des propositions d'accès à d'autres modes de transports ; autobus, train, métro, covoiturage,...
  - Pour le confort et le plaisir (2 services accessible dans le cadre d'un abonnement forfaitaire au portail) :
    - le «radio-shopping» et l'achat de musique en ligne : sélectionner un morceau de musique entendu à la radio en voiture, le retrouver ensuite sur son ordinateur à la maison, le réécouter et l'acheter en ligne ;
    - l'annuaire touristique en ligne : un guide touristique personnalisé en fonction des centres d'intérêt de l'automobiliste.
- e/ Le développement du portail est assuré par la société EGERY créée par PSA Peugeot Citroën et Vivendi.



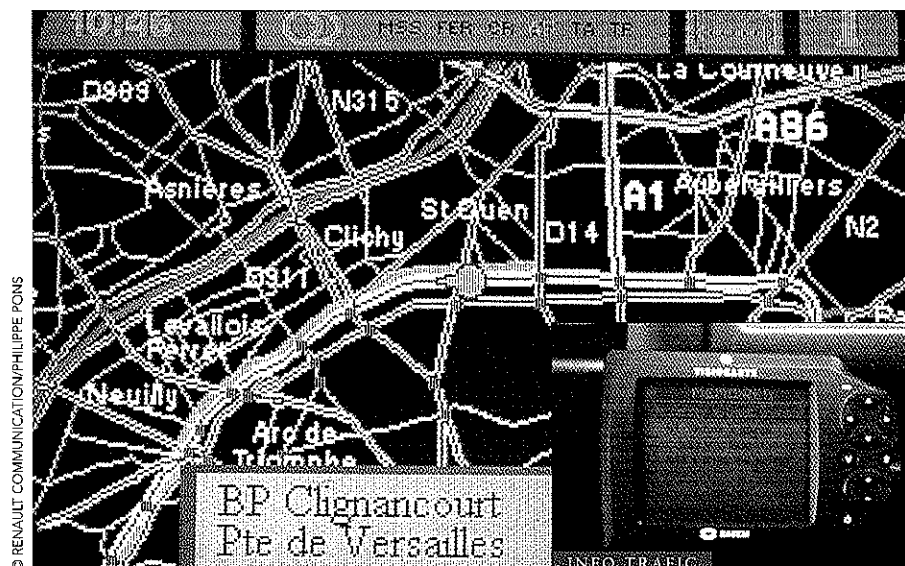


Figure 2 - LE TERMINAL PORTABLE VISIONAUTE (MEDIAMOBILE).

Ce système utilise la technologie radio RDS / TMC.

À ce jour, en Ile-de-France, il fournit en temps réel, l'itinéraire le plus fluide et la durée du trajet.

Il est à noter que l'AMIVIF (Association Multimodale d'Information des Voyageurs en Ile-de-France), créée en novembre 1997 par la SNCF et l'OPTILE<sup>(4)</sup>, est en train de mettre au point un système d'information multimodal des transports en commun du Grand Bassin Parisien.

L'annonce faite au Salon de l'Automobile de Genève le 1<sup>er</sup> mars 2000 par PSA Peugeot Citroën et Vivendi concernant leur futur «premier portail Internet multiaccès pour l'automobiliste européen» donne une idée des développements futurs des services d'information via Internet.

Il existe aussi des terminaux portables dédiés à l'information sur la circulation routière.

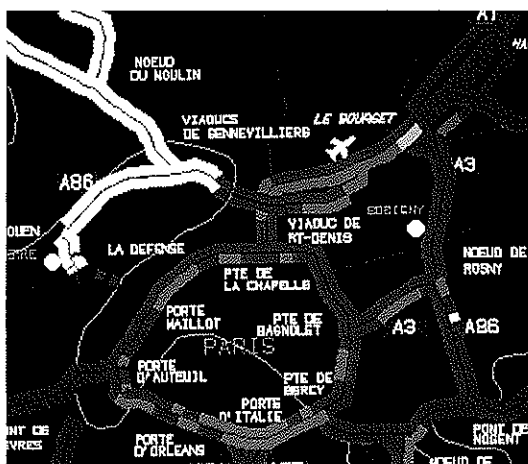


Figure 3 - LE SITE INTERNET SYTADIN (DREIF-SIER).

Ce site indique en temps réel la situation de la circulation automobile en Ile-de-France sur les voies rapides.

Vert : fluide - Rouge : embouteillage - Jaune : travaux.  
Il repère également les accidents (triangle violet) et fermetures à la circulation (ronds violets).

L'exemple français est Visionaute, développé par Médiamobile<sup>(5)</sup>. Grâce à Visionaute, on peut, en Ile-de-France, à partir d'un terminal portable (ou intégré dans le véhicule), connaître en permanence l'itinéraire le plus fluide et la durée de son trajet, en temps réel. On peut également être informé des événements survenant sur son itinéraire (accident, bouchon, travaux...) et de la densité du trafic (voir figure 2).

Visionaute tient compte en temps réel des évolutions du trafic et rafraîchit en permanence les données communiquées. Celles-ci sont obtenues auprès de la Ville de Paris, du SIER (Service Interdépartemental d'Exploitation Routière) et d'une flotte de 4 000 taxis utilisés comme véhicules traceurs.

Il utilise la technologie radio RDS (Radio Data System) couplée au protocole européen TMC (Traffic Message Channel) avec les codages Alert C (qui permet la diffusion d'événements sur le réseau routier) et Alert+ (qui permet en outre d'indiquer les temps de parcours).

Visionaute, qui n'a pas connu un franc succès à ses débuts, est en cours d'amélioration. Outre par la radio RDS/TMC, il peut être consulté sur Internet y compris à partir d'un téléphone mobile ou d'un PDA (Personal Digital Assistant) en utilisant la technologie WAP (Wireless Application Protocol).

(4) Association regroupant les compagnies de bus privées opérant en Ile-de-France.

(5) Médiamobile est un éditeur de services dont les actionnaires sont : TéléDiffusion de France (TDF) (55 %) ; TRAFFICMASTER, Royaume-Uni (20 %), RENAULT (20 %) et COFIRROUTE (5 %).

## ■ L'information pour l'automobiliste

Pour des raisons de sécurité évidentes, l'information doit être facilement compréhensible et ne pas distraire l'automobiliste. Elle est communiquée par des équipements sur la voirie ou à bord du véhicule.

Sur la voirie, ce sont d'abord les panneaux de signalisation routière fixes ou mobiles à message permanent tels que les panneaux directionnels, stop, pré-signalisation de chantiers, panneaux de déviation.

Ce sont aussi tous les panneaux à message variable (PMV) qui donnent les conditions de circulation ou d'autres informations au choix du gestionnaire du réseau, la météo ou le rappel des règles de sécurité, par exemple.

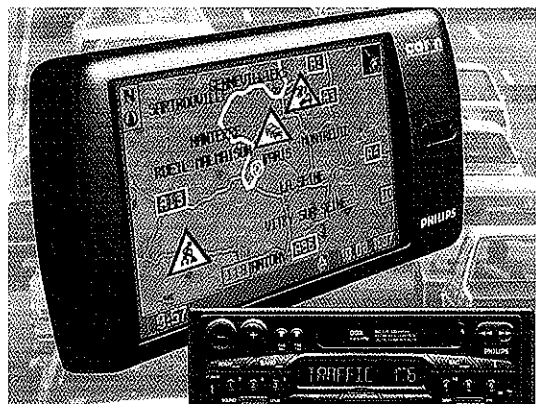
En Ile-de-France, les PMV du boulevard périphérique de la ville de Paris ainsi que ceux du système SIRIUS du SIER sont très appréciés des automobilistes franciliens. Ils leur donnent la localisation et la longueur des bouchons, les temps de parcours entre le PMV et les endroits vers lesquels ils se dirigent (voir figures 4 et 5). A Tokyo, les PMV comportent des schémas simples de réseau avec repérage des conditions de circulation par couleur : rouge : très encombré ; orange : difficile ; vert : fluide.



**Figure 4 - PANNEAU A MESSAGES VARIABLES (PMV).**  
PMV sur le Boulevard Périphérique à la porte de Bercy indiquant les temps de parcours vers les portes d'Italie et d'Auteuil.



**Figure 5 - PANNEAU A MESSAGES VARIABLES (PMV).**  
PMV sur l'autoroute A4 indiquant les temps de parcours vers le Boulevard Périphérique (BP) et l'autoroute A1.



**Figure 6 - EQUIPEMENTS DE RADIO RDS -TMC.**  
Grâce à cette technologie les informations routières (état des routes, conditions de circulation) sont codées dans un langage commun. Elles sont décodées dans la langue maternelle de l'utilisateur qui les reçoit sur son tableau de bord.

Par ailleurs, certains messages se déclenchent automatiquement par radar par exemple lorsqu'un véhicule dépasse la vitesse limitée dans un endroit dangereux.

À bord du véhicule, l'équipement classique est la radio : la plus connue étant la radio dédiée du réseau autoroutier interurbain, Autoroute FM 107.7.

Depuis 1987, les postes équipés du système RDS se maintiennent automatiquement connectés à la même station radio en dépit des changements de fréquence selon les zones traversées. Le nom de la station s'affiche (8 lettres) sur l'écran du poste.

Maintenant, ces postes RDS/TMC reçoivent aussi des informations concernant l'état des routes et les conditions de circulation (voir figure 6). L'écran sur lequel est fournie l'information trafic peut se loger dans un pare-soleil (voir figure 7).

Le protocole européen Alert C permet la diffusion d'événements sur le réseau (accidents, travaux...) ; le protocole Alert+, en vigueur en Ile-de-France, permet en outre d'indiquer des temps de parcours.

C'est également la technologie utilisée par le service Visionaute déjà cité.

La technologie radio évolue. Il y a maintenant une sorte de super RDS : le DARC (Digital Audio Radio Channel).

Enfin, la radio numérique ou DAB (Digital Audio Broadcasting) donne une qualité de réception meilleure et accroît très sensiblement les débits de transmission, ce qui permet de transmettre non seulement de la voix, mais également du texte, des images, des données, voire de la vidéo, sur un poste radio (voir figure 8).

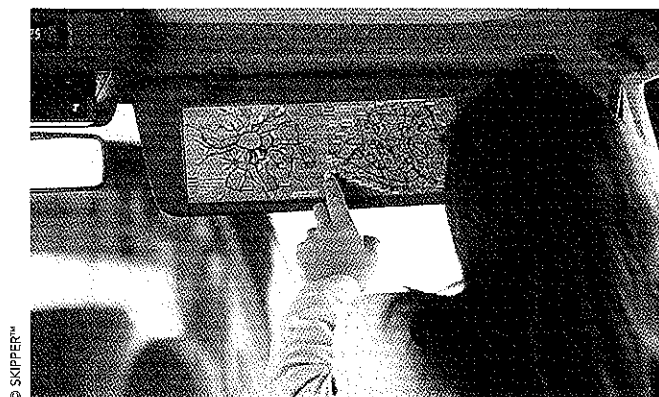


Figure 7 - L'INFORMATION TRAFIC PEUT ÊTRE FOURNIE SUR UN ÉCRAN LOGÉ DANS UN PARE-SOLEIL. Ici un écran Skipper.

La radio numérique a du mal à décoller en Europe. En revanche, aux États-Unis, les constructeurs automobiles s'intéressent beaucoup à la radio numérique satellitaire (transmission par satellite) car elle permet une couverture nationale. En 1999, Ford a signé un accord avec «CD Radio Inc.» pour la transmission satellitaire de musique de qualité et de nouvelles, en permanence à bord des véhicules, à l'aide d'un signal couvrant la totalité des USA.

Plus récemment, General Motors a conclu un accord exclusif du même type avec une «start-up» américaine, XM Satellite Radio.

Une autre start-up américaine, Services Satellite Radio, a conclu des accords avec Ford, Daimler Chrysler, BMW, Jaguar, Mazda et Volvo.

Les experts prévoient qu'en 2008, aux États-Unis, 30 millions de véhicules seront équipés de postes de radio satellitaires et que le marché représentera 5 milliards de dollars.

En Ile-de-France, la radio numérique n'apporte pas a priori d'avantage majeur par rapport à la radio classique car celle-ci couvre déjà une vaste zone. En fait, il serait plus intéressant de fournir une information plus personnalisée, c'est-à-dire localisée (il ne sert à rien d'annoncer des embouteillages dans la Seine-et-Marne à l'automobiliste circulant dans les Yvelines en direction de Paris). C'est théoriquement possible via le téléphone mobile car son système de fonctionnement par secteurs géographiques (les «cellules», qui ont donné le vocable de téléphone cellulaire) permet un repérage du téléphone mobile, y compris quand il est en veille.

C'est déjà possible avec la technologie GSM existante et ce le sera encore plus avec les futures technologies GPRS et UMTS.

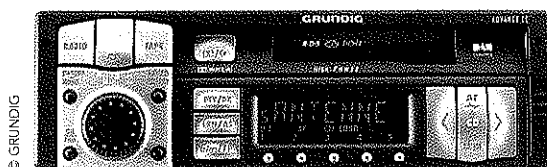


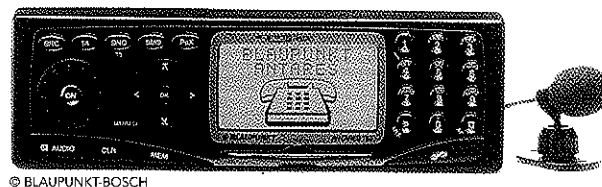
Figure 8 - LA RADIO NUMÉRIQUE (DAB). Modèle Advance CC développé par GRUNDIG.

Il existe donc un potentiel important de fourniture d'informations localisées personnalisées à l'automobiliste circulant en Ile-de-France, notamment par couplage des technologies :

- radio et téléphone mobile (réception sur un poste radio),
- GPS (positionnement par satellites) et téléphone mobile.

Déjà Bosch-Blaupunkt a inventé le premier autoradio qui permet de téléphoner, par couplage des technologies RDS (radio) et GSM (téléphone mobile) : le radiophone (voir fig. 9). Il s'agit d'un poste 4X35W couplé à un téléphone mobile mains libres. Philips a ensuite sorti un équipement comparable : le carphone. Techniquement, il existe aussi plusieurs possibilités de marier les technologies DAB (radio numérique)

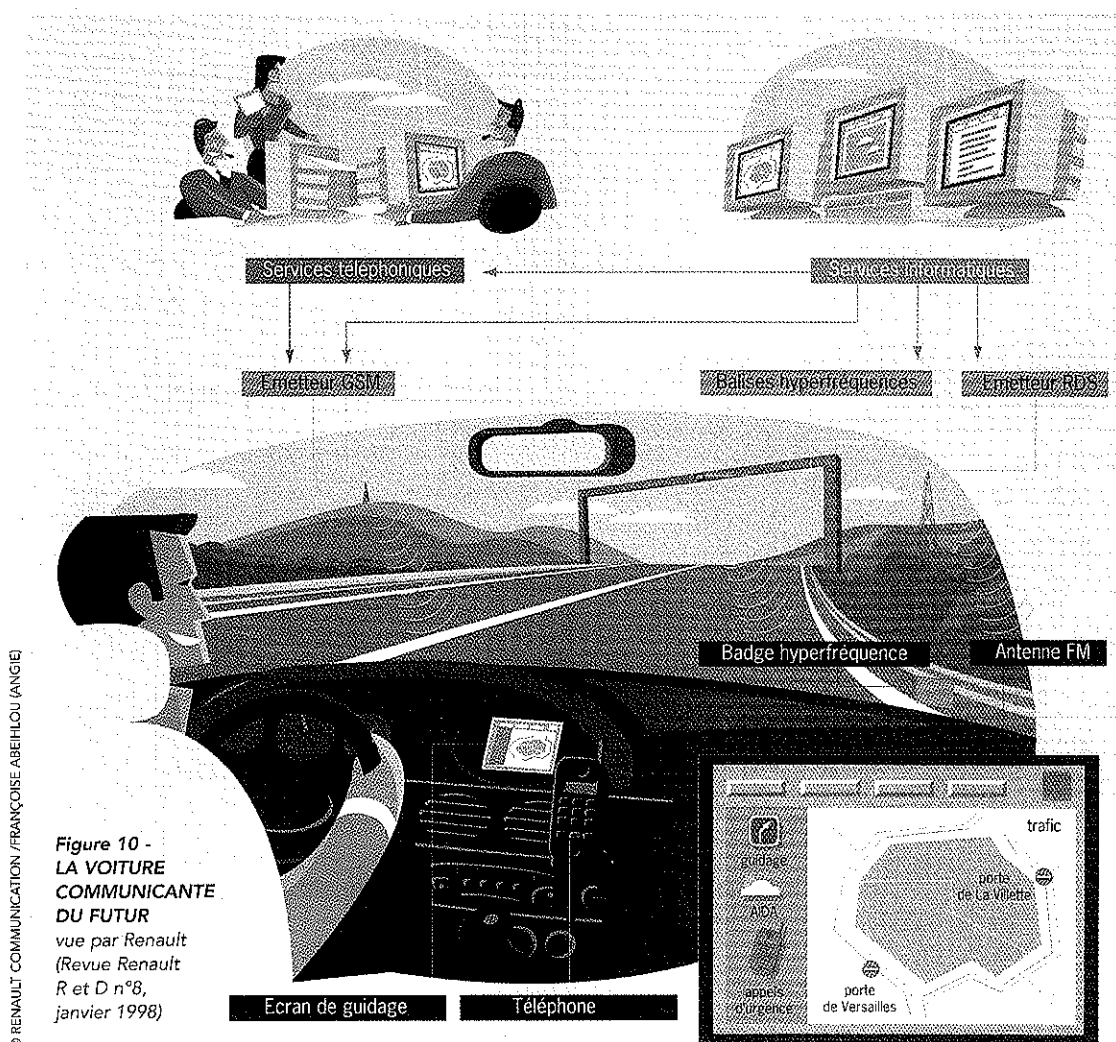
Figure 9 - LE RADIOPHONE DE BLAUPUNKT. (version ANTARES T60). C'est en 1977 que Blaupunkt a lancé le premier autoradio qui permet de téléphoner et de recevoir des informations spécialement conçues pour les automobilistes (ici une version récente).



et GSM (téléphone mobile)<sup>(6)</sup>. C'est l'objet du projet de recherche européen INFORM (Informations For the Millions) associant Renault, BMW, VDO, Médiamobile, Acunia et France Télécom.

Le couplage des technologies GPS et téléphone mobile est également à la base du système On Star, développé par General Motors (GM). Ce système permet de relier les automobilistes abonnés à un centre d'appel ouvert en permanence (24h/24, toute l'année), qui leur fournit une assistance technique ou d'urgence et une aide au déplacement.

(6) Débats du colloque SEE «Télématique routière et infomobilité» - Rennes 16 et 17 mai 2000.



### L'explosion des débits dans les télécommunications mobiles

(source : site «webopedia.Internet.com» et exposé de M. Olivier Strilka de France Télécom au colloque SEE «Télématique routière et infomobilité». Rennes 16-17 mai 2000)

Par «télécommunication mobile» on entend la télécommunication sans liaison filaire à un terminal mobile : PC portable, assistants personnels, téléphone mobile, ...

Actuellement la télécommunication mobile en Europe fait essentiellement appel à la technologie GSM (Global System for Mobile Communication) dont le débit maximum est de 10 000 bits / seconde (10 Kbits/s).

Le protocole WAP (Wireless Application Protocol) est un protocole qui permet d'accéder à Internet via la technologie GSM existante. Son efficacité et sa convivialité sont limitées par le débit maximum de GSM.

Mais la technologie GSM va être remplacée progressivement par deux technologies nettement plus performantes : le GPRS (General Pocket Radio

Services) en 2001 et UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems) en 2005.

Le GPRS permettra d'atteindre dans un premier temps des débits de 100 kbits/s (multiplication par un facteur de 10) puis 384 kbits/s (multiplication par un facteur 38). L'accès à Internet et la transmission de données (en plus de la voix) vont être nettement améliorés.

Avec l'UTMS on atteindra des débits de 2 millions de bits/s (2 Mbits/s) soit 200 000 fois le débit actuel du GSM. On pourra même transmettre de la vidéo et des données en temps réel.

Bien entendu les terminaux des véhicules mobiles n'utiliseront pas toute la capacité du GPRS et de l'UTMS, mais seulement un débit maximum de 144 kbits/s en extérieur rural (grande mobilité) et 384 kbits/s en extérieur urbain (mobilité réduite).

## Le système On-Star de General Motors (GM) :

(source : site Internet [www.onstar.com](http://www.onstar.com))

Le système On-star est un service payant d'assistance à l'automobiliste : assistance technique ou d'urgence, aide au déplacement et toutes informations utiles. Cette assistance est fournie grâce à une liaison, ouverte en permanence avec un centre d'appels (24h/24, toute l'année).

On-Star combine la technologie du téléphone mobile (pour communiquer avec le centre d'appels) et le positionnement par satellites GPS (pour localiser le véhicule).

Lancé en 1996, sur trois modèles de Cadillac, il équipe actuellement 32 des 54 modèles de la firme. Il est opérable aux Etats-Unis, au Canada et en Europe. A ce jour, plus d'un million d'automobilistes sont abonnés à On-Star.

Depuis 1999, la technologie du téléphone mobile est directement incorporée au véhicule et l'interface avec l'utilisateur se fait de manière simple via trois boutons seulement (les premiers modèles utilisaient un téléphone mobile).

- un bouton «on» pour se connecter au centre d'appels ;
- un bouton blanc pour répondre à un appel de ce centre ou pour se déconnecter ;
- un bouton rouge en cas d'urgence : accident, agression ...

Toutes les communications orales se font «mains libres» via un micro incorporé (quand l'automobiliste parle) et des hauts parleurs (quand il reçoit une communication).

On-Star propose deux types d'abonnements : un abonnement de base et un «Service Premier».

L'abonnement de base propose 6 services : urgence, repérage de véhicules volés, assistance dépannage, télédiagnostic, téléverrouillage des portes (ou l'inverse), assistance accident.

Le «Service premier» offre en outre les 4 services suivants : orientation, informations utiles, services divers (ex. : achat de places pour un spectacle) et assistance déplacement : appel d'un taxi en cas d'immobilisation du véhicule.

Les abonnements On-Star sont assez chers :

- 199 dollars (228 euros) par an pour l'abonnement de base ;
- 399 dollars (457 euros) par an pour le «Service Premier».

Les services On Star sont en perpétuelle évolution. General Motors offre un an d'abonnement gratuit à On-Star à tout acheteur d'un véhicule neuf équipé de ce système.

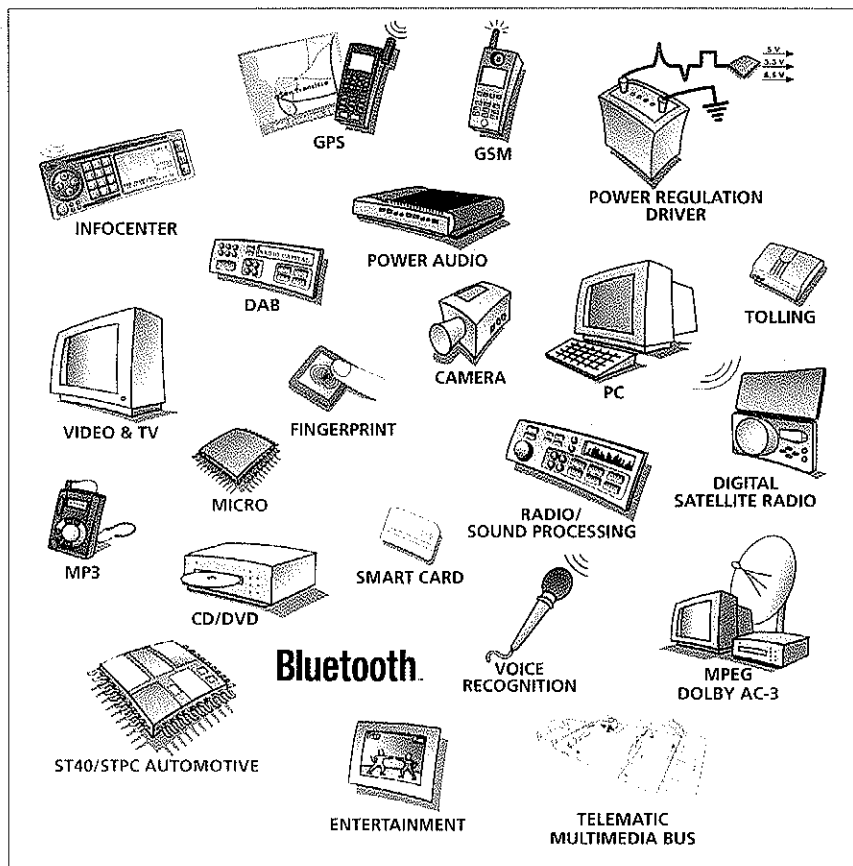


Figure 11 -  
LES TECHNOLOGIES  
DE LA VOITURE  
MULTIMÉDIA

(source : société ST)  
Cette figure représente  
les technologies  
existantes pouvant  
être utilisées  
dans l'automobile.

## ■ L'information dans les transports en commun

En station ou aux points d'arrêt, les NTIC permettent d'apporter à l'utilisateur des renseignements plus riches que ceux dont il dispose habituellement. Pour l'utilisateur des réseaux ferrés (hors métro), ce sera, par exemple, la connaissance des gares desservies par le prochain train pour être sûr de prendre le bon.

Très prisée des utilisateurs, l'information sur les temps d'attente est également en cours de mise en place sur tous les réseaux franciliens.

À la RATP, le programme SIEL (Système d'Information en Ligne) s'applique au RER, métro, bus (cf. fig. 12 à 15). Dans le RER, des écrans vidéos indiquent les heures de passage réelles des 5 prochains trains. Cette information devrait être diffusée également dans les gares routières, voire dans des centres commerciaux proches des stations. Dans le métro, la RATP expérimente un système de panneaux sur les quais affichant les temps d'attente pour les 2 prochains trains (en service sur la ligne 13 ; fig. 14). Sur le réseau bus, le système «SIEL bus» est en cours de mise en place progressive. Il permet d'afficher, aux points d'arrêt, les temps d'attente des 2 prochains bus (fig. 15). A ce jour, 22 lignes sont équipées, totalisant 1000 points d'arrêt. Les compagnies privées des réseaux OPTILE développent des systèmes similaires.

À la SNCF, le programme «Infogares» consiste à équiper les quais d'écrans couleur affichant les horaires de passage réel des 6 prochains trains. 152 gares sont déjà équipées et d'ici 2004, il y en aura environ 310 sur un total de 381.

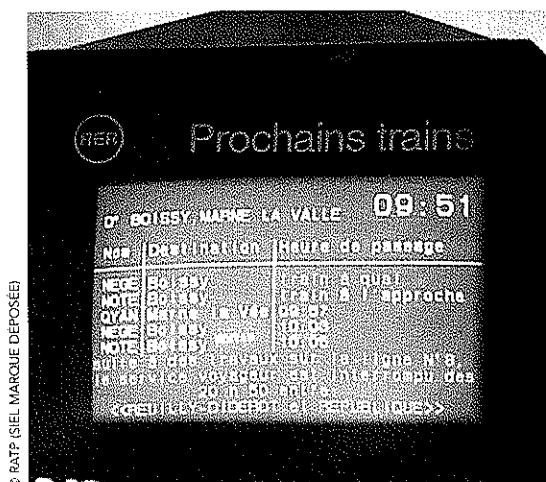


Figure 12 - LE SYSTEME D'INFORMATION EN LIGNE (SIEL™) DE LA RATP - RER.  
Ecran vidéo sur quai du RER A indiquant les heures de passages réelles des cinq prochains trains.

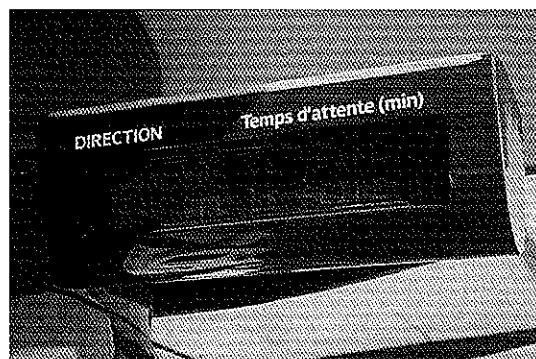


Figure 13 - LE SYSTEME D'INFORMATION EN LIGNE (SIEL™) DE LA RATP - TRAMWAY.  
Ecran sur quai du tramway Val-de-Seine (TVS) indiquant la direction et le temps d'attente des deux prochains tramways.

Dans l'enceinte du métro, des écrans vidéo fournissent aux voyageurs des informations sur les travaux et les perturbations de service.

À bord des véhicules, les NTIC permettent d'indiquer le nom de la prochaine gare ou arrêt de bus, la position du véhicule, le temps probable jusqu'au terminus.

À la RATP, c'est le programme SIEL déjà cité. Les rames du métro et du RER seront dotées d'un système d'annonce sonore des stations. En outre, la position de la rame sera repérée sur un schéma de ligne lumineux à bord des véhicules. La mise en place de cet équipement sera étalée sur 12 ans et coûtera 50 millions d'euros (30 pour le métro et 20 pour le RER).

Dans les bus, comme cela existe déjà sur certaines lignes, il est prévu une annonce sonore du nom du prochain arrêt avec affichage sur un écran lumineux indiquant le temps de parcours jusqu'au terminus.

Les compagnies privées de bus prévoient d'équiper leurs bus de systèmes d'information embarqués du même type.

À la SNCF, ces services d'information à bord des trains seront développés dans le cadre du programme «Info@bord». Ce programme prévoit de fournir trois types d'informations :

- les situations perturbées (incidents, travaux...)
- les arrêts du train,
- des informations pratiques diverses (sur la SNCF, les autres moyens de transports en commun, etc. y compris de la publicité).

Dans un premier temps, les deux premiers types d'information, directement liés au déplacement, seront privilégiés. Le troisième type nécessite l'installation dans les trains d'écrans d'affichage qui ne seront installés qu'en fonction des disponibilités financières.

(7) Expérience SIVE : Système d'Information Voyageurs Embarqué.





Figure 14 - LE SYSTEME D'INFORMATION EN LIGNE (SIEL™) DE LA RATP - METRO.

Panneau sur quai du métro ligne 13, station St-François Xavier. Indication de la direction et du temps d'attente des deux prochains métros.

L'information sur les situations perturbées se fera oralement via des haut-parleurs embarqués. Les arrêts du train seront repérés par des points lumineux sur le schéma de ligne affiché dans les voitures. Le point lumineux de la prochaine gare desservie clignotera. Cette information sera également fournie en cas d'incidents (changement dans la programmation des gares desservies). Une expérimentation a eu lieu en 1996 et 1997 sur la ligne C du RER, à l'instigation et avec le financement du Conseil régional<sup>(7)</sup>.

Le matériel roulant existant sera équipé au cours des opérations de rénovations lourdes. Le matériel neuf sera, bien entendu, systématiquement équipé.



Figure 15 - LE SYSTEME D'INFORMATION EN LIGNE (SIEL™) DE LA RATP - BUS

Ecran d'affichage à un arrêt de bus indiquant la destination (terminus) et le temps d'attente des deux prochains bus.

## ■ L'information multimodale :

À ce jour l'information fournie sur un support et à une adresse donnés (numéro de téléphone, audiotel, adresse minitel, site Internet) est unimodale, c'est-à-dire qu'elle est soit destinée à l'automobiliste, soit destinée à l'usager des transports en commun.

La grande carence des systèmes d'information actuels est l'absence d'une information multimodale complète (automobile, transports en commun) à la même adresse sur le même support.

Or, cette information est un élément essentiel des politiques actuelles de transport qui visent, comme le préconise le Plan de Déplacements Urbains (PDU) d'Ile-de-France, un usage complémentaire des modes. L'information multimodale constitue donc l'un des enjeux majeurs des systèmes d'information intelligents du futur.

En effet, quelles que soient les incitations publiques, c'est le voyageur qui fait finalement le choix de son (ses) mode(s) de transport, et généralement avant d'avoir entamé son déplacement.

Les projets techniquement les plus en pointe, comme par exemple le portail Internet multi-accès pour l'automobiliste européen de Vivendi-PSA Peugeot-Citroën, comportent tous un volet d'information multimodale.

L'aboutissement de l'information multimodale sera de fournir au voyageur un choix d'itinéraires combinant à la fois les transports en commun et l'automobile pour un déplacement donné (sauf, bien entendu, si le voyageur impose un mode a priori). C'est ce que vise le site expérimental [www.montrajet.com](http://www.montrajet.com), développé par la société CBC (Carte Blanche Conseil) dans le cadre du projet européen CAPITAL PLUS. Le STIF (Syndicat des Transports d'Ile-de-France), le SIER et la ville de Paris sont partenaires de ce projet. L'expérimentation se fait sur les liaisons entre Evry, Paris, le stade de France et l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle.

Une première étape à franchir reste cependant le regroupement de l'information de tous les moyens de transports en commun, permettant une recherche d'itinéraire utilisant les seuls transports en commun. C'est ce que fait le site [www.lepilote.com](http://www.lepilote.com) sur l'agglomération marseillaise. En Ile-de-France, le site de la RATP ([www.ratp.fr](http://www.ratp.fr)) offre une recherche d'itinéraires en transports en commun intégrant les réseaux RATP et SNCF, mais pas celui d'OPTILE.

## ■ L'information sur les services

Les NTIC permettent aussi d'accéder à de nombreux renseignements utiles au voyageur même s'ils ne concernent qu'indirectement le déplacement.

Pour l'automobiliste, ce sera l'adresse de garages, de stations-service, d'administrations, d'hôtels et, élément important, la météo.

L'information sur les places de stationnement disponibles est également fort utile car elle évite aux conducteurs de perdre du temps et d'encombrer inutilement la voirie. Elle existe dans plusieurs villes sous forme de panneaux à messages variables.

Pour l'usager des transports en commun, l'adresse et les plans de situation des équipements publics, les noms des gares ou arrêts des transports en commun les desservant facilitent le déplacement.

Ces informations pourront être données à domicile ou pendant le déplacement. Un support pratique serait Internet à condition qu'il soit accessible par un équipement plus pratique et moins coûteux qu'un ordinateur : le téléphone mobile, terminal portable dédié, des bornes d'interrogations, par exemple. Dans la période de transition, on peut également fournir l'information à domicile par minitel et par téléphone.

La tendance est de développer des systèmes regroupant un ensemble de services en un même endroit ou à partir d'un même support.

Ainsi, pour l'automobiliste, PSA Peugeot Citroën Vivendi a conçu le projet de «premier portail Internet multi accès pour l'automobiliste européen», déjà cité.

Pour le client des transports en commun, c'est le projet «Bouquet de Services» de la RATP dont l'objectif est d'offrir du «transport et des services». Ce projet concerne dans un premier temps le métro. Il s'agit d'accroître l'attractivité de ce mode de transport en offrant des services en station «de la même manière que, sur l'autoroute, on s'attend à trouver une station tous les 30 km, avec un espace de détente et un mini-supermarché». Chaque ligne de métro développera ses «bouquets de services» à partir d'éléments modulables selon les caractéristiques des stations (espace disponible, trafic...).

Un élément commun aux bouquets sera un «arbre», c'est-à-dire un support physique (pilier) de conception attractive, visible de loin, comprenant :

- L'heure et la température extérieure ;
- Les informations sur le trafic en région d'Ile-de-France (sur écran) ;

- Un visiophone pour entrer en contact avec un agent RATP et obtenir des informations quelle que soit l'heure ;
- Un point cyber permettant un accès gratuit à une sélection de services Internet : informations sur la ville, déplacements en Ile-de-France (avec possibilité d'imprimer un plan), formulaires administratifs (avec possibilité de les imprimer). D'autres services Internet et le courrier électronique seront également accessibles, mais payants.

Il existera trois catégories de bouquets : petit, moyen et grand.

Le «petit bouquet» comprendra un «arbre» plus les services de base :

- Des plans de quartier et de réseau ;
- Une fenêtre sur la ville ;
- Une boîte aux lettres ;
- Un téléphone.

Le «bouquet moyen» permettra de trouver les services du «petit bouquet» plus :

- Un espace détente (boissons, journaux, jeux, culture...) ;
- Des moyens de communication (fax, téléphone, distribution de timbres) ;
- Des services de vie pratique (distributeurs de billets de banque, de denrées, d'objets pratiques, automates photos...).

Le «grand bouquet» : offrira des services personnalisés en plus des services du «bouquet moyen» :

- Accueil (agents RATP ou partenaires) ;
- Initiation aux nouvelles technologies (Internet...) ;
- Services de proximité avec des emplois jeunes (accompagnement de personnes à mobilité difficile, livraisons dans le quartier...) ;
- Parfois, des fleurs, des massages minute, un espace animation musicale ou tout autre service pratique ou convivial.

## ■ L'aide au covoiturage

L'un des moyens d'accroître l'efficacité du réseau routier est d'augmenter le taux de remplissage des voitures particulières en circulation. Ce taux n'est que de 1,25 personnes par automobile en Ile-de-France.

D'où l'idée de faciliter les regroupements de personnes parcourant les mêmes itinéraires.

Le covoiturage organisé a pris naissance aux États-Unis au début des années 1970. Des centres de relation (surtout en Californie), chargés de



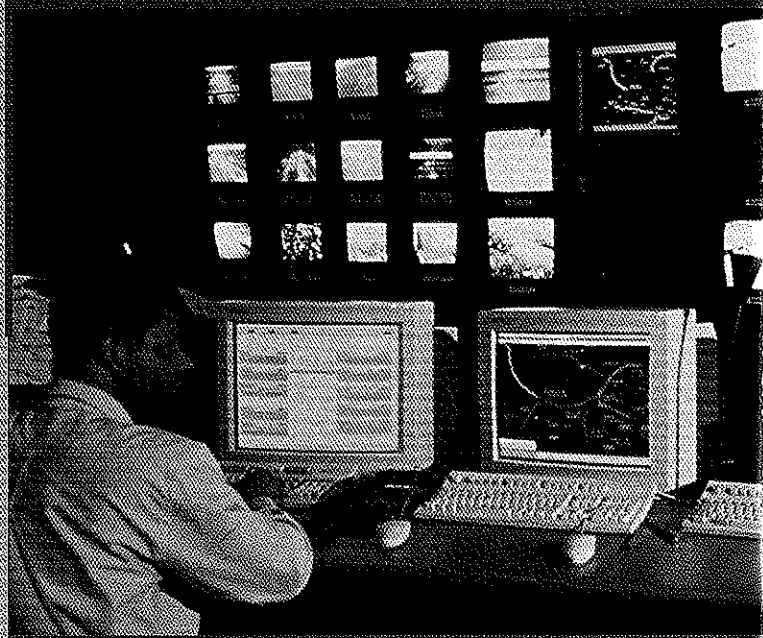
recueillir les demandes des automobilistes et celles des passagers potentiels, proposent des solutions de covoiturage. Ces expériences, même réussies, n'ont cependant pas connu le succès escompté.

À partir des années 1980 on s'est orienté vers le covoiturage organisé au sein des entreprises, plus facile à organiser. C'est sur ces bases que l'on a vu récemment émerger des expériences intéressantes en Ile-de-France, notamment chez Nestlé et à Disneyland Paris.

Il est certain que les progrès des nouvelles technologies de communication, notamment les possibilités de transmission de données et de localisation via les téléphones mobiles, pourraient faciliter le covoiturage. En particulier on pourrait avoir un covoiturage dynamique, c'est-à-dire des regroupements quasiment en temps réel.

# LA GESTION DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE

Premier terrain d'application des systèmes de transports intelligents, dans les années 60, la gestion de la circulation routière a d'abord concerné la régulation centralisée des feux de signalisation en milieu urbain. Actuellement, même s'il ne s'agit pas encore de «route automatisée», la gestion de la circulation s'applique à tous les types de voirie et de flux, piétons comme automobiles, et concerne de multiples facteurs, de la gestion des incidents à la surveillance de la météo.



## ■ La gestion des incidents et des secours

Traiter le plus rapidement possible les incidents est essentiel pour éviter que les perturbations qu'ils entraînent ne se répercutent au delà de l'endroit où ils se produisent. En cas d'accident, la rapidité de l'intervention peut même être vitale. Il faut donc être capable de détecter, localiser et si possible anticiper l'incident.

Les perturbations du trafic sont saisies depuis plusieurs années à partir de capteurs insérés dans la chaussée (bouches à induction magnétique). Depuis peu, on utilise aussi des capteurs installés sur des portiques (capteurs à ultrasons et à infrarouge, radar,...), ainsi que des caméras de télévision en circuit fermé (CCTV ou «Closed Circuit Television»).

Grâce à l'ordinateur et à la mise au point d'algorithmes complexes de calculs il a été possible de créer des systèmes de détection automatique d'incident (AID ou «automatic incident detection») destinés à assister les opérateurs des centres de régulation du trafic. Même si leurs alertes doivent être confirmées par intervention humaine (caméras de télévision, visite sur place,...) les AID ont sensiblement diminué le temps de détection des incidents.

Les systèmes les plus fiables font appel au traitement d'images vidéos, comme par exemple le système DIVA de Cofiroute (DIVA : Détection Immédiate de Véhicules Arrêtés), en service sur l'autoroute A10 dans la traversée de Tours, zone

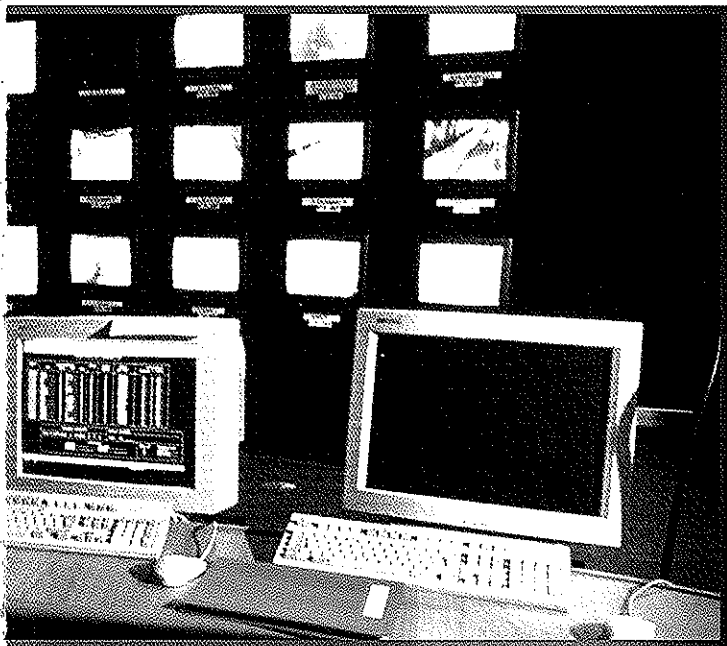
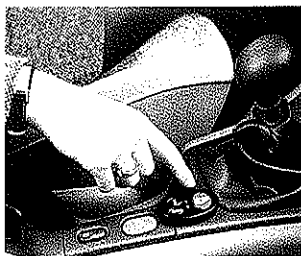


Figure 16 - DIVA. (Detection Immédiate des Véhicules Arrêtés), de COIRROUTL. Plus de 95 % des accidents sont repérés, en moins de 20 secondes.

Figure 17 - ODYSLINE (RENAULT). Odysline permet d'accéder à des systèmes de navigation, d'informations, de dépannage et de secours d'urgence via trois boutons...



à fort trafic, où 14 caméras scrutent chacune 400 à 500 m d'autoroute.

L'opérateur est prévenu par une alarme et n'est donc pas obligé de surveiller en permanence son écran. Grâce à DIVA, 90 % des incidents sont détectés dans un délai de 20 secondes<sup>(8)</sup>. (voir figure 16)

La détection peut être également réalisée par appel à partir d'un véhicule ou tout autre moyen plus classique comme une borne d'appel.

## ■ Les appels d'urgence

Il n'est pas possible, en l'état actuel de la technique, d'équiper l'ensemble du réseau routier, ni même les seules autoroutes, de systèmes de détection automatique aussi performants que DIVA.

Il est donc souhaitable que l'appel d'urgence puisse émaner du véhicule en difficulté lui-même.

Cet appel peut se faire par le biais des traditionnels numéros de téléphone d'urgence : le 112, numéro unique pour l'Europe, en France le 15 (SAMU), le 17 (Police) et le 18 (Pompiers), tous bien entendu accessibles à partir d'un téléphone mobile. Pour les personnes non équipées de téléphone mobile, un boîtier portable dédié, peu cher, permettant de contacter en permanence les services de secours (Gendarmerie, exploitants,...) pourrait être envisagé.

Mais il est encore plus intéressant d'équiper le véhicule lui-même d'un système ergonomique dédié à l'appel d'urgence. Tous les constructeurs automobiles y travaillent. Le système ODYSLINE mis au point par Renault, (voir figures 17 et 18) en est un exemple.

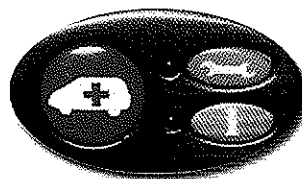


Figure 18 - ODYSLINE (RENAULT). Les 3 boutons d'appel :

- vert : l'automobiliste peut bénéficier d'une aide à la navigation et d'informations pratiques
- orange : l'automobiliste est en contact avec Renault assistance.
- rouge : pour les appels d'urgence (maladie, accidents,...).

© RENAULT COMMUNICATION/PASCAL NIETO

Il se compose d'un téléphone GSM, d'une liaison satellite GPS et d'un petit boîtier avec 3 boutons de couleurs : vert, orange et rouge.

C'est en appuyant sur l'un de ces boutons, selon la gravité de sa situation, que l'automobiliste a accès soit aux services d'assistance, soit aux services d'urgence.

Par la touche verte il peut obtenir une aide à la navigation (informations sur le trafic et le meilleur itinéraire à prendre) et des informations pratiques (réservations d'hôtel, informations touristiques, garages, stations services ...). S'il est en panne il appuie sur la touche orange, ce qui le met automatiquement en contact avec le central téléphonique de «Renault Assistance».

(8) DIVA sera installé dans le futur tunnel autoroutier de 10 km qui bouclera l'autoroute A86 à l'ouest (projet TOP).

C'est le bouton rouge qui sert aux appels d'urgence. L'automobiliste se voit alors relié automatiquement à un médecin qui, en fonction des circonstances, prodigue des conseils ou alerte les secours (pompiers, forces de police). A noter que la liaison GPS permet au médecin et aux secours de localiser précisément le véhicule qui a déclenché l'alerte.

En cas d'accidents, le service SOS correspondant au bouton rouge se déclenche automatiquement grâce à un capteur d'inertie placé dans le véhicule. Les secours sont immédiatement prévenus, même si personne n'est apte à donner l'alerte, et savent où se trouve le véhicule accidenté.

Le système ODYSLINE est commercialisé en option sur des véhicules particuliers et utilitaires Renault.

PSA Peugeot Citroën possède un système similaire dénommé STACAD (voir fig. 19).

## ■ La gestion de la circulation urbaine

La gestion de la circulation urbaine a été le premier créneau d'application des systèmes de transport intelligents.

Elle est apparue dans les années 1960 aux États-Unis, avec le programme «Urban Traffic Control System» (UTCS) d'interconnexion des feux de signalisation des carrefours en zone urbaine. Ce fut le début de l'introduction de l'ordinateur dans les centres de gestion de la circulation.

Aujourd'hui, les centres de gestion intègrent de plus en plus de carrefours à feux de signalisation et sont de plus en plus «intelligents», c'est-à-dire capables de s'adapter automatiquement aux conditions de circulation.

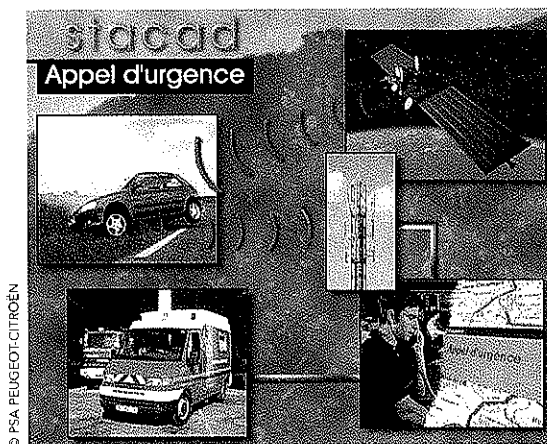


Figure 19 - PROJET STACAD. (Vivendi - Psa Peugeot Citroën).  
Projet de système d'appel d'urgence reposant sur la localisation par GPS (satellites) du véhicule en difficulté.

À Paris 1 340 carrefours à feux sur un total de 1 620 sont gérés par le poste central d'exploitation de la circulation de la Ville de Paris, grâce au système de régulation centralisée de la circulation SURF 2000 (Système Urbain de Régulation des Feux). SURF 2000 comprend un système expert pour gérer les situations de saturation du réseau.

Ce système agit à deux niveaux : par une macro régulation à l'échelle de zones comprenant en moyenne 40 carrefours où le trafic est réputé homogène et par micro régulation.

La micro-régulation agit sur un carrefour, de manière décentralisée et immédiate, pour répondre à des situations particulières. Elle peut ainsi accélérer le déclenchement d'un feu vert à l'arrivée d'un autobus, modifier les cycles de feux quand des radars détectent un blocage de la circulation, ou activer les feux sur appel (le feu ne passe au vert que si une voiture se présente).

Chaque carrefour est équipé de microprocesseurs – les contrôleurs de carrefours – qui intègrent une partie de l'intelligence du système. Ces contrôleurs peuvent être activés manuellement. De plus ils contiennent des plans de feux de secours qui s'activent lorsque le contrôleur se décroche accidentellement du système de régulation central. Un niveau de service équivalent à celui des carrefours parisiens non encore intégrés à SURF 2000 est ainsi garanti.

La Ville de Tokyo (12 millions d'habitants) est très en avance dans l'intégration de la régulation de la circulation puisque la totalité de ses carrefours à feux est gérée par un seul centre de régulation, lui-même connecté au centre de régulation de la société exploitante des autoroutes urbaines (Metropolitan Expressway Public Corporation MEPC).

Avec l'amélioration des capacités de calcul des ordinateurs, alliée aux progrès sur les algorithmes de calcul des logiciels, on sera de plus en plus capable d'assurer une régulation dynamique de la circulation, c'est-à-dire une régulation qui s'adapte en temps réel aux changements du trafic routier.

La connaissance des conditions de circulation que procurent les équipements de la régulation centralisée du trafic permet de répercuter certaines informations aux automobilistes, comme les temps de parcours et les incidents. Déjà fournies en Ile-de-France sur les voies rapides et le boulevard périphérique par le système SIRIUS<sup>®</sup>, elles vont l'être sur la voirie banale par le biais des systèmes de régulation départementaux. C'est ce que prévoit en particulier le projet SITER (Système Informatisé de Télésurveillance et de Régulation), en cours de réalisation dans les Hauts-de-Seine.

## ■ La gestion de la circulation autoroutière

Du fait des caractéristiques techniques des autoroutes (accès limités, absence de carrefours) il est relativement plus aisé d'y gérer la circulation que sur la voirie urbaine banale, sans que ce soit pour autant simple car il faut tenir compte des répercussions des actions engagées sur l'ensemble de la voirie.

En Ile-de-France, outre le boulevard périphérique géré par un poste central commun Ville de Paris-Préfecture de Police, la circulation sur les autoroutes et autres voies rapides est gérée par 4 postes centraux (PC) de régulation coordonnés par un PC régional exploité par le SIER (Service Interdépartemental d'Exploitation Routière), service rattaché à la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France (DREIF).

Créé en 1988, il a la responsabilité opérationnelle de l'exploitation sur le réseau principal de voies rapides d'Ile-de-France (décret du 28 avril 1988). Il a également des responsabilités dans de nombreux autres domaines : coordination des grands chantiers, observatoire régional sur la sécurité et la circulation, contrôle technique, sécurité routière, signalisation, conception des plans particuliers d'exploitation, diffusion d'informations routières aux médias, recherche et développement...

Il travaille en étroite collaboration avec le Centre Régional d'Information sur la Circulation Routière (CRICR), le PC de l'autoroute A14 (autoroute à péage), la Ville de Paris et les Départements. (voir figures 20 et 21)

C'est à partir de 1989 que le SIER a décidé de mettre en place un «Système Intégré de Régulation du trafic et d'Information des Usagers» : SIRIUS. Ce système permet de suivre et d'analyser le trafic en permanence pour adapter en temps réel les mesures d'exploitation et informer et guider les automobilistes, notamment à l'aide de panneaux à messages variables (PMV).

La technologie repose sur des capteurs électromagnétiques, noyés sous la chaussée tous les 500 mètres, qui détectent et dénombrent précisément le passage des véhicules. On en déduit les principaux paramètres du trafic (débit, vitesse, intervalle entre véhicules,...). Ce dispositif est complété par des caméras vidéo, installées aux points stratégiques, qui transmettent en direct des images de la circulation.

Le réseau francilien des voies rapides étant sur un tiers de sa longueur au bord de la saturation, il



Figure 20 - CAMERA SUR AUTOROUTE.

Cette caméra est en liaison avec le centre de régulation du SIER (Service Interdépartemental d'Exploitation Routière).

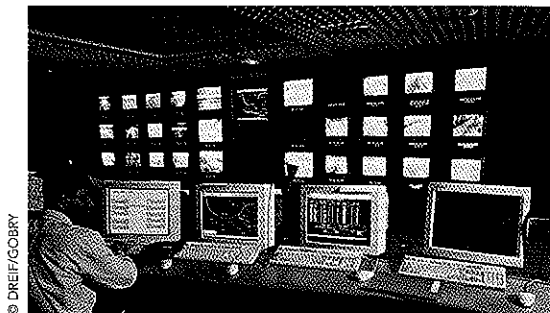


Figure 21 - POSTE CENTRAL DE REGULATION DE L'AUTOROUTE A 14.

est important d'optimiser son usage, en offrant à l'automobiliste une information rapide, facile, mise à jour en temps réel et systématique, qui lui permette d'adapter au mieux son comportement.

Actuellement SIRIUS est installé sur la moitié Est du réseau de voies rapides (soit 280 km). Les équipements sur l'infrastructure comprennent 4 000 capteurs sous chaussée (boucles électromagnétiques), 35 accès par bretelle régulés, 700 caméras vidéo, 175 panneaux à message variable. Le coût total de SIRIUS est estimé à 168 millions d'euros, dont 114 millions dépensés à ce jour. L'équipement de la partie Ouest est en cours.

L'information en temps réel sur les conditions de circulation est diffusée par le SIER (site : [www.sytadin.tm.fr](http://www.sytadin.tm.fr)) et la société Mediamobile fournit en temps réel l'itinéraire le plus fluide et la durée des trajets sur son terminal portable Visionaute.

Dans le futur proche les informations seront disponibles sur les téléphones mobiles via Internet.

À l'avenir les automobiles elles-mêmes pourront être utilisées comme véhicules «traceurs» pour recueillir l'information sur les conditions de circulation, avec le consentement des conducteurs bien entendu.

Déjà le système Visionaute se sert de 4 000 taxis comme véhicules traceurs pour compléter les informations fournies par le SIER et la Ville de Paris, en utilisant la technologie GPS.

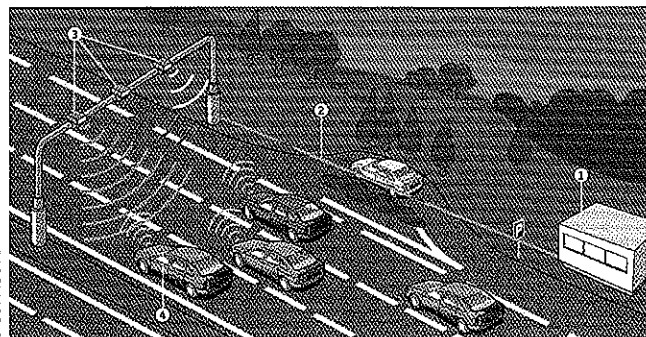
(9) Système d'Information pour un Réseau Intelligent aux Usagers

Le repérage des véhicules permettra aussi de diffuser une information personnalisée aux conducteurs sur les conditions de circulation dans la zone où ils se trouvent et sur leur itinéraire.

À titre d'exemple on peut citer le projet AIDA (Application pour l'Information des Autoroutes) testé depuis 1996 par la Société d'autoroutes COFIROUTE en collaboration avec Renault, PSA Peugeot-Citroën et CS Route.

Le repérage et la communication entre l'infrastructure et les véhicules se font par la technologie DSRC (Dedicated Short Range Communication) utilisant des liaisons hertziennes en hyperfréquence de courte portée. L'infrastructure est équipée de balises de transmission et le véhicule possède un module embarqué comprenant à la fois un badge hyperfréquence (pour la localisation) et un terminal (pour la réception des messages) dont l'écran, sur le tableau de bord, fournit des informations personnalisées : trafic, météo, incidents, temps de parcours, aires de repos et de services, ... (voir figure 22).

Testé sur autoroute interurbaine AIDA pourrait être adapté aux autoroutes urbaines.



**Figure 22 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'AIDA.**

(«Application pour l'Information des Autoroutes»). AIDA repose sur le repérage des véhicules à l'aide de liaisons hertziennes en hyperfréquence de courte portée.

- 1 - Poste central d'information (PCI).
- 2 - Les informations sont distribuées par l'intermédiaire d'un réseau de communication à fibres optiques.
- 3 - Balises de transmissions.
- 4 - Module embarqué dans le véhicule, comprenant le terminal et le badge hyperfréquence.

à veiller à ce que les remontées de queues ne débordent pas sur la voirie. Dans ce cas, le dispositif fait automatiquement passer au vert le feu d'accès à l'autoroute.

## ■ Vers la gestion intégrée des circulations urbaines et autoroutières

Historiquement, les systèmes de gestion des circulations urbaines sur voirie banale et ceux sur autoroutes ont été développés séparément.

Or, ces deux types de réseaux sont interdépendants. Une mesure de délestage sur le réseau autoroutier, par exemple, peut se traduire par des encombrements sur la voirie banale. À l'inverse les véhicules de la voirie banale cherchant à emprunter une autoroute au bord de la saturation ne peuvent qu'aggraver la situation sur celle-ci.

Il est donc important que ces deux systèmes soient intégrés ou au moins coordonnés. Les nouvelles technologies d'information et de communication permettent aujourd'hui les échanges de données nécessaires à cette intégration.

Des applications sont déjà en place. Ainsi à Paris, les automobilistes roulant sur les boulevards des Maréchaux sont informés par panneaux à messages variables du temps de parcours qu'ils auront jusqu'à une porte ultérieure s'ils décident d'emprunter le boulevard périphérique.

Dans le même esprit, l'expérimentation récente de régulation d'accès sur l'autoroute A6 par un système de feux comporte un dispositif de surveillance de la longueur de queues sur les bretelles, destiné

## ■ L'aide à la circulation des piétons

Pendant de longues années les plans de circulation se sont essentiellement préoccupés du trafic automobile, les piétons n'étant pris en considération que dans leurs conflits avec celui-ci, essentiellement dans les traversées de carrefours. Les mentalités ont évolué et les plans de déplacements urbains veulent donner toute sa place à la marche.

Les nouvelles technologies d'information et de communication (NTIC) peuvent, là encore, y contribuer en améliorant le confort et la sécurité des piétons, y compris ceux qui ont des handicaps.

On en trouve déjà de nombreux exemples, notamment aux États-Unis :

- **Le décompte du temps résiduel de traversée aux signaux de passage piétons dans les carrefours** (installé dans des villes américaines et canadiennes). Ces signaux comprennent le symbole habituel indiquant que les piétons peuvent traverser ; mais ils affichent le temps (en secondes) qui reste avant que le signal change du vert au rouge (stop).
- **Le détecteur à infrarouge** (installé à Portland, Oregon). Ce détecteur repère si un piéton est en train de traverser et modifie le moment de passage au vert pour les automobiles en fonction du temps estimé pour qu'il termine sa traversée. Il repère également un piéton qui se présente sur un trottoir pour traverser et remplace le bouton-

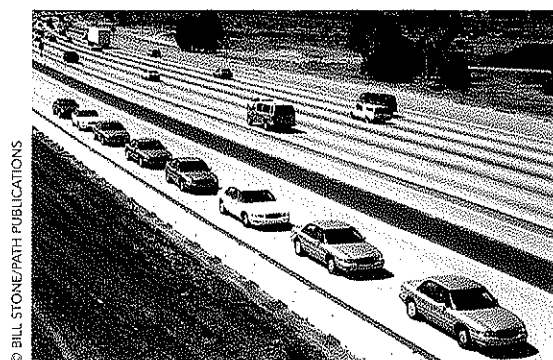


poussoir mécanique pour signaler une demande de changement de couleur de feux.

- L'annonce par émetteur/récepteur. Un émetteur placé sur le feu de signalisation transmet par infrarouge un message vocal à un piéton muni d'un récepteur, ou même d'un téléphone placé dans l'oreille. Ce message le guide pour la traversée du carrefour.
- Les «yeux animés» (installés à Clearwater, Floride). Ces yeux apparaissent sur le dispositif lumineux indiquant que le piéton peut traverser et se déplacent d'un côté à l'autre pour rappeler au piéton qu'il doit faire attention aux véhicules effectuant un tournant dans le carrefour.
- L'illumination de la chaussée à un passage piétons (installée à Kirkland, État de Washington et Orlando, Floride). Des lumières couleur ambre, orientées vers le trafic routier, sont implantées de part et d'autre du passage piétons. Quand un piéton active le système, soit automatiquement, soit par un bouton-poussoir, les lumières scintillent à un rythme constant pour alerter les automobilistes. La lumière est visible de jour comme de nuit. Le système se désactive automatiquement.

### ■ La surveillance météo

Une mauvaise météo diminue la fluidité de la circulation et accroît les risques d'accidents. Dans certains cas, comme lors de chutes brutales et importantes de neige, la circulation peut même être bloquée. Il est donc nécessaire de surveiller la météo et surtout de diffuser rapidement les bulletins d'information auprès des automobilistes. Cette diffusion est faite aujourd'hui par la radio, le téléphone, le minitel et Internet à domicile. A l'avenir elle le sera plus largement via les équipements sur l'infrastructure (panneaux à messages variables), des équipements embarqués ou même des équipements portables, dont le téléphone mobile.



© BILL STONE/PATH PUBLICATIONS

Figure 23 - LA ROUTE AUTOMATISÉE.

Le 10 août 1997 les américains réussissaient à faire circuler de manière automatique un peloton de véhicules sur une voie d'autoroute au nord de San-Diego (Californie).

### ■ La route automatisée : objectif ou utopie ?

La route automatisée était un projet à long terme, 15 à 30 ans, initié aux États-Unis en 1992 par le gouvernement fédéral, l'industrie et l'université sous le sigle AHS (Automated Highway System)...

Ce programme avait pour objectif d'aboutir à l'automatisation complète de la conduite automobile sur autoroute. Dans cette configuration les véhicules circuleraient en peloton, automatiquement guidés. En somme, on «collectiviserait» le transport individuel, ce qui aboutirait à doubler la capacité de la voirie, tout en accroissant la sécurité.

Cette idée n'est pas nouvelle. General Motors l'avait présentée en 1939 à la Foire Internationale de New York. Les recherches aux États-Unis et ailleurs ont véritablement démarré en 1950. Mais à l'époque la capacité de calcul et l'encombrement des ordinateurs limitaient les possibilités. Le 10 août 1997 les Américains ont réussi à faire circuler de manière automatique un peloton de véhicules sur une voie d'autoroute au nord de San Diego (Californie). (voir figure 23)

Mais de telles recherches sont très onéreuses et tous les problèmes sont loin d'être résolus. Ceci explique peut-être pourquoi le gouvernement fédéral, principal financier du projet AHS (à hauteur de 80 %), s'est retiré du projet, actuellement quasiment au point mort.

En Europe, l'attention se focalise plutôt sur l'automatisation des véhicules commerciaux. Un consortium de quatorze organisations, dirigé par Daimler-Benz et financé par la Commission Européenne, a lancé le programme Promote-Chauffeur. L'objectif est de réaliser des convois de camions où seul le véhicule de tête serait conduit par un chauffeur, les autres étant des véhicules suiveurs.

En France, un programme «route automatisée» a été récemment lancé. C'est un programme de veille technologique associant l'INRETS, l'INRIA et le LCPC<sup>(10)</sup>.

Si la route totalement automatisée n'est pas pour demain, on verra sans doute se concrétiser des retombées technologiques de ces recherches à plus court terme, par exemple dans l'automatisation de la conduite en cas d'encombrements sur la voirie urbaine.

(10) INRETS : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.

INRIA : Institut National de Recherche en Informatique et Automatique  
LPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

[illegible]

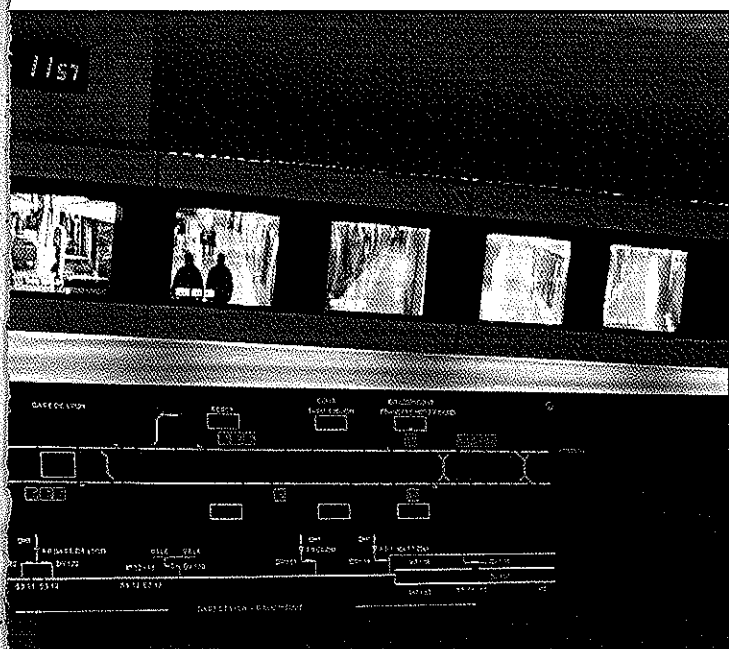
## ■ La connaissance de la clientèle

Le projet «Francile»<sup>(11)</sup> de télébilletique en lie-de-France, plus connu du public sous le nom de NAVIGO ou «passe sans contact», va permettre de les exploiter.

Ce projet repose sur le mariage de deux technologies : la carte à puce et la transmission de données par induction électromagnétique. La carte à puce garantit la sécurité de la transaction et l'induction sa rapidité (moins de 150 millisecondes).

24 | Les systèmes de transport intelligents





Pour prendre le train, le métro, le tramway ou le bus, l'usager n'a plus à insérer un ticket dans un valideur. Il présente sa carte à puce à proximité de celui-ci, qui commande la transaction par induction électromagnétique (l'énergie nécessaire est fournie par le valideur). D'où le nom de «passe sans contact».

La carte à puce a une capacité de stockage d'information 256 fois plus élevée que le coupon magnétique existant (2 048 octets contre 8 octets). On peut donc y stocker beaucoup plus d'informations sur le client et le voyage effectué.

Le type de titre de transport peut être mémorisé et les valideurs d'entrée et de sortie du client, la date, l'heure peuvent être repérés. On peut donc avoir des données très détaillées sur l'usage des transports en commun, selon le titre de transport, la date, l'heure et le lieu d'entrée de ou sortie dans le système de transport.

Pour l'exploitant c'est une nette amélioration de la connaissance de sa clientèle et, à un niveau plus global, la possibilité d'avoir des tableaux de bord précis et fiables. Il sera également possible, à la demande, de recueillir des données ponctuelles, par exemple dans le cadre d'une étude de restructuration de l'offre dans un bassin de transport.

Expérimenté depuis 1997, le passe sans contact est progressivement mis en place depuis le 15 octobre 2001, en commençant par les possesseurs de carte orange annuelle (170 000) et Imagine R (550 000).

La technologie du «passe sans contact» permettra de personnaliser le traitement du client, au niveau des tarifs notamment. Il pourra aussi assurer la fonction de porte-monnaie électronique permettant de régler des petits paiements.

## ■ La régulation de l'offre et l'aide à la circulation

Il est important pour l'exploitant de connaître à tout moment la localisation des véhicules en service de manière à agir en cas d'événements imprévus (incidents, accidents, changements météorologiques brutaux,...).

Des systèmes existaient avant l'arrivée des NTIC, surtout dans les réseaux ferroviaires. Avec les NTIC la localisation est plus précise et le traitement de données permet de réguler le mouvement des véhicules et d'informer les usagers.

Ainsi la SNCF a mis au point le logiciel ECLER (Exploitation Commerciale d'une Ligne En temps Réel) d'aide à la décision. Installé sur la ligne D du RER (Réseau Express Régional), il supervise la production des services sur la totalité de la ligne afin de détecter au plus tôt les écarts par rapport à l'offre prévue et pilote les actions correctives pour rétablir l'offre contractuelle.

ECLER est réactif. En cas de situation très perturbée, il redéfinit une nouvelle offre de service en changeant le programme de circulation des trains.

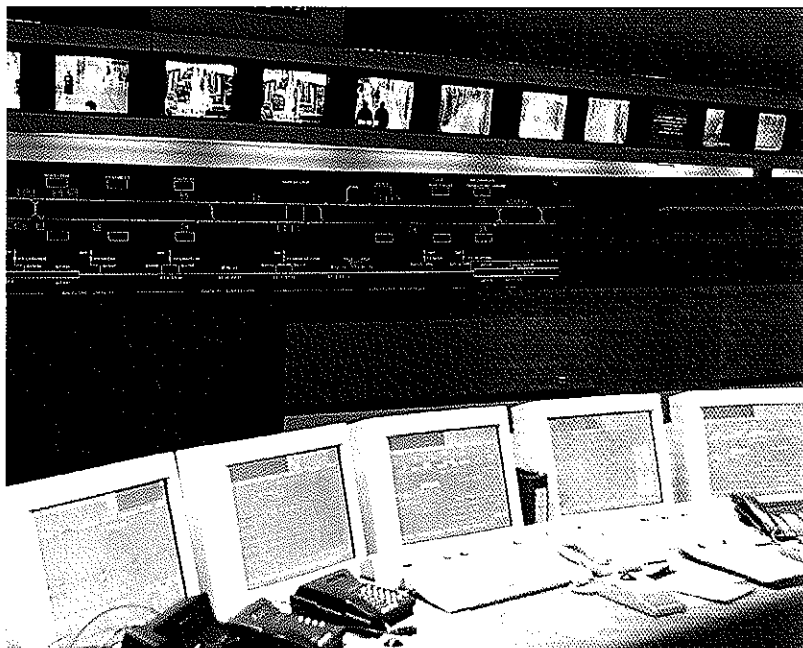


Figure 24 - MÉTRO LIGNE 14  
Poste de commande centralisé (PCC).

La RATP a, pour sa part, développé le système ALTAIR, de localisation des véhicules par satellite (système GPS), qui lui permet d'intervenir en cas d'incident et de réguler la circulation des bus.

C'est ce suivi en temps réel du fonctionnement de l'offre qui permet de communiquer une information crédible aux usagers, sur les modifications d'horaires ou sur les temps d'attente et de parcours.

La localisation des bus permet aussi de leur donner la priorité dans la traversée des carrefours à feux. Il s'agit en effet de détecter le bus qui s'approche du carrefour et d'agir automatiquement sur le cycle des feux de manière à ce que le bus traverse le carrefour sans s'arrêter.

Ainsi, le système récemment mis en place à Turin a augmenté la vitesse commerciale des bus de 14 % sans dégradation de la qualité du trafic automobile.

## ■ Le guidage des véhicules

Les NTIC ont aussi permis de développer des systèmes nouveaux de guidage des tramways sur pneus. Ces systèmes couplent les avantages du tramway (fonctionnement en site propre lorsque la demande est forte) et du bus (flexibilité de la desserte lorsque la demande est plus faible).

Les premiers tramways sur pneus comme le TVR de Bombardier et le Tanslohr de Lohr industrie, utilisent un système de guidage physique qui exige un rail encastré.

Irisbus<sup>(12)</sup> et Matra Transport ont mis au point un système de guidage optique qui supprime la nécessité des rails, tout en assurant une conduite extrêmement précise.

Deux bandes parallèles sont peintes en pointillé sur la chaussée (elles matérialisent la trajectoire idéale à suivre). Une caméra placée derrière le pare-brise visionne en permanence ces bandes et transmet les informations à un ordinateur embarqué. Ce dernier détecte les écarts par rapport à la trajectoire idéale et corrige immédiatement l'orientation des roues avant à l'aide d'un moteur placé sur la colonne de direction. Dans le mode de fonctionnement guidé, le conducteur n'a qu'à accélérer ou freiner. A tout moment il peut reprendre une conduite manuelle si nécessaire.

Ce système est installé sur un matériel spécifique, le CIVIS, expérimenté à Clermont Ferrand et à Rouen. CIVIS sera également testé à Las Vegas (États-Unis, Nevada) en 2003.

Il peut être adapté sur des véhicules existants, par exemple pour permettre une mise en place plus précise au point d'arrêt.

## ■ La réponse aux nouveaux besoins de mobilité

Les transports publics classiques sont mal adaptés au mode de développement peu dense des zones périphériques et aux changements des rythmes temporels des villes. Cette évolution de la demande risque donc de se faire à leur détriment. Les nouvelles technologies ouvrent des possibilités pour permettre aux services publics de répondre à ces besoins spécifiques.

Il en est ainsi par exemple des transports à la demande qui existent depuis longtemps (et sans NTIC !) dans les pays en développement. Ce sont les taxis collectifs utilisant des véhicules divers (voiture particulière, minibus, minicar,...) et opérant généralement selon deux modalités : soit sur un itinéraire fixe avec arrêts à la demande, soit sur des itinéraires et arrêts à la demande à partir d'un terminus fixe.

Dans les pays développés, leur mise en place a longtemps été freinée par des questions d'organisation et de coût. Les NTIC apportent des solutions, tant pour une meilleure réactivité à la demande que pour la gestion des véhicules, qui devraient en permettre un développement significatif.

Aux États-Unis, dès les années 1970, des systèmes à la demande par appel téléphonique à un centre de régulation (les systèmes de «dial-a-ride») ont été organisés.

En Ile-de-France, des systèmes du type «taxis collectifs» avec réservation par téléphone, existent en grande couronne, comme PROBUS à Provins.

Aujourd'hui, les nouvelles technologies permettent de desservir des bassins de desserte beaucoup plus importants. C'est le cas par exemple d'ALLOBUS qui dessert à la demande, avec une heure d'anticipation seulement, les zones d'emplois de Roissy.

On peut considérer que, dans un ordre d'idées proche, les systèmes de véhicules automobiles en libre service ou partagés participent aussi du service public. Des expériences dans ce domaine avaient été tentées puis abandonnées dans les années 1970 (par exemple à Amsterdam avec de petits véhicules électriques rudimentaires et à Montpellier avec des SIMCA 1000). Les nouvelles expériences font appel aux nouvelles technologies, tant dans le domaine énergétique (véhicules électriques) que dans ceux du suivi du véhicule, de la programmation de leur mise à disposition sur les divers sites, ou de l'accès au service.

(12) Société née de la fusion de Renault Véhicules Industriels et d'Iveco.

L'expérimentation «Praxitèle» à Saint-Quentin-en-Yvelines (50 véhicules Renault Clio électriques), a duré 20 mois avant d'être arrêtée en juillet 1999. L'expérimentation «Liselec» est encore en cours à La Rochelle depuis septembre 1999 (50 véhicules électriques : 25 Peugeot 106 et 25 Citroën Saxo). Une nouvelle expérience Praxitèle est prévue à Sophia Antipolis, près d'Antibes.

Même s'ils semblent répondre à un besoin réel, on ne peut pas encore apprécier la pénétration de ces systèmes de véhicules en libre-service. Ce qui est sûr, en revanche, c'est qu'elle ne pourra se produire sans un apport fort des NTIC.

# LE PAIEMENT ÉLECTRONIQUE ET LA GESTION DE LA DEMANDE

Le paiement électronique est particulièrement bien adapté aux besoins du transport. Commode d'usage, permettant une grande souplesse tarifaire, il ouvre aussi la voie aux politiques de gestion de la demande, par exemple à travers le stationnement ou la sélectivité de l'accès à certaines infrastructures ou certains quartiers.

## ■ Le paiement électronique intégré et le péage électronique urbain

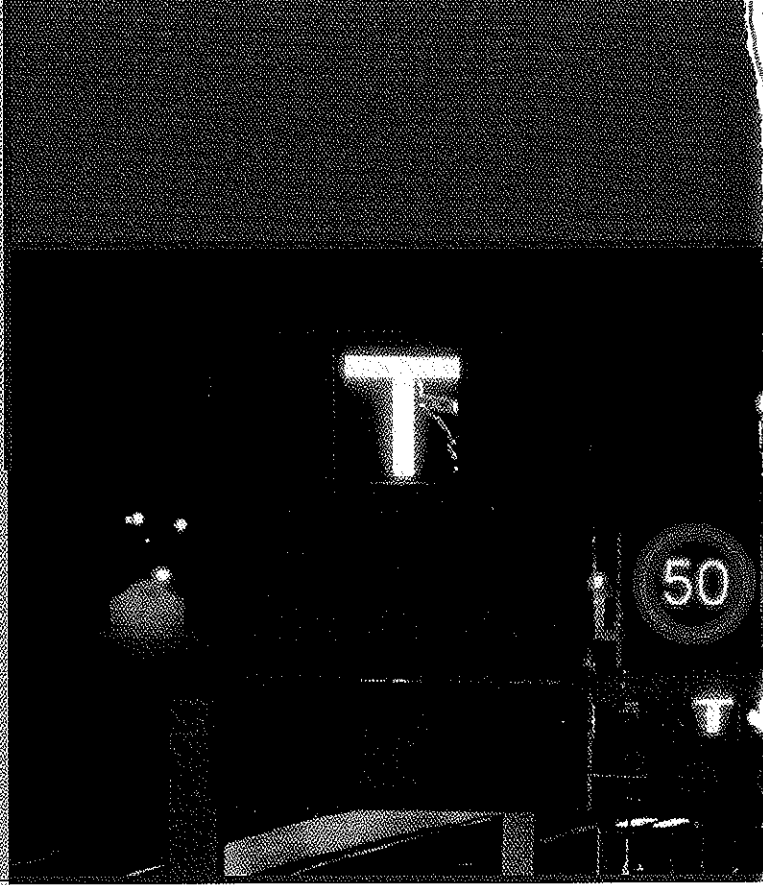
Le paiement électronique intégré c'est la possibilité d'effectuer des paiements électroniques avec un seul support : une carte à puce. Celle-ci peut être utilisée pour payer ses déplacements en transports en commun, payer ses frais de stationnement, faire des achats, etc. Le couplage avec un système de transmission de données sans lien physique permet en outre de faciliter les passages au péage, que ce soit sur la voirie ou dans les transports en commun.

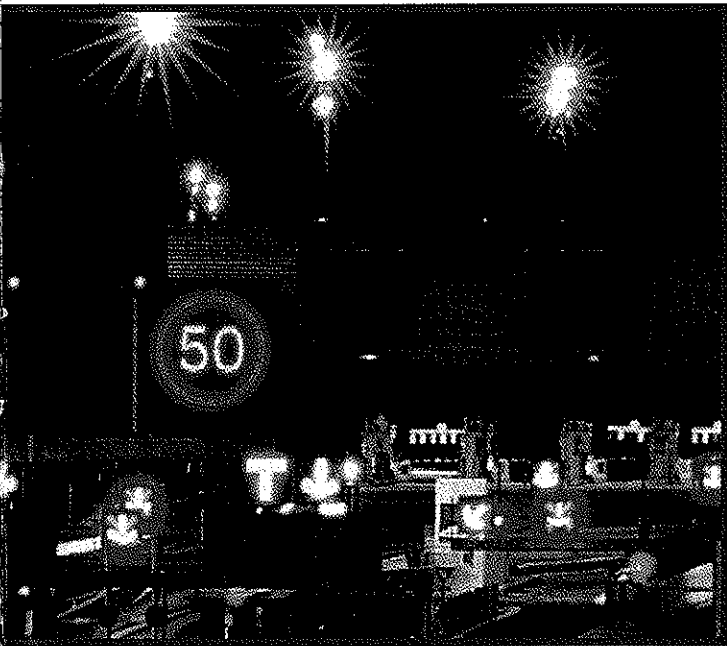
Les enquêtes de mercatique effectuées à Dublin, Marseille et Bologne ont montré que ce produit serait très apprécié par le public.

Le péage électronique a d'abord été introduit sur les autoroutes interurbaines : c'est le «péage main libre». Le véhicule franchit le poste de péage sans s'arrêter et sans intervention d'un opérateur. La transaction se fait automatiquement grâce à une liaison hertzienne entre le poste de péage et un équipement embarqué (badge ou transpondeur), (voir figures 25 et 26).

Par la suite il fut introduit dans les rares systèmes de péage urbain existant à ce jour : Singapour et 2 villes norvégiennes (Oslo et Trondheim)<sup>(13)</sup>.

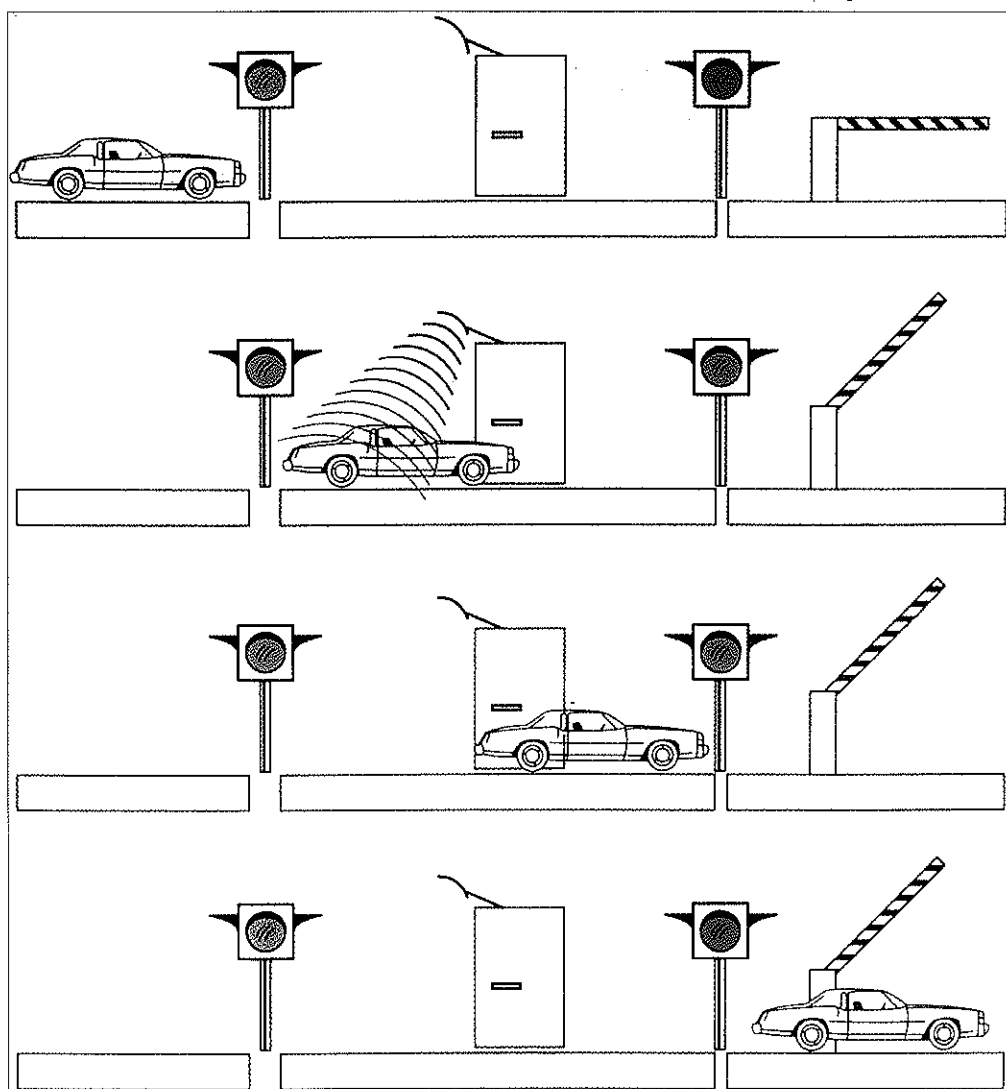
(13) Une troisième ville norvégienne, Bergen, a un péage urbain. Mais celui-ci, introduit le premier en 1986, ne comporte pas de péage électronique.





**Figure 25 - PRINCIPE DU TELEPEAGE.**

Une antenne repère et identifie le badge placé sur le pare-brise du véhicule de l'abonné au télépéage. Si celui-ci est en règle le système déclenche l'ouverture de la barrière du péage.





**Figure 26 - VOIE DE TELEPEAGE «MAINS LIBRES»**  
sur l'autoroute A 14 en Ile-de-France.  
La vitesse est limitée à 50 km/h.

Le péage électronique multiplie par quatre le débit d'un poste de péage (d'où des économies substantielles d'espaces et d'investissements). En outre il permet de moduler le péage selon le kilométrage parcouru, l'heure, le lieu, etc.

Il faut rappeler que la transaction électronique permet également de recueillir automatiquement des données sur le trafic franchissant le poste de péage.

Elle se développe maintenant rapidement dans les transports en commun, comme le montre la mise en service du NAVIGO ou «passe sans contact» en Ile-de-France sur le réseau du métro et une partie du RER.

## ■ L'accès contrôlé ou réservé à une zone

À l'instar de la philosophie des systèmes de régulation d'accès sur autoroute empêchant les véhicules de pénétrer sur celle-ci pour éviter de la saturer, l'accès contrôlé à une zone vise à dissuader les véhicules voulant y pénétrer avant qu'elle ne soit saturée.

Cet accès peut être modulé par des mesures réglementaires et appliqué grâce à des équipements faisant appel aux NTIC. On peut même créer des mini-péages électroniques urbains.

Des expériences ont été réalisées à Bologne (Italie) et à Barcelone (Espagne).

Comme pour la régulation d'accès sur les autoroutes la difficulté est de veiller à ne pas créer d'engorgements sur la voirie environnante de la zone contrôlée.

L'accès peut aussi être réservé à certaines catégories d'usagers. Les NTIC apportent une solution pour reconnaître ces usagers et permettre physiquement l'accès. Ceci peut concerner des centres villes comme à Rome, mais aussi des zones résidentielles ou d'emplois que l'on veut préserver de trafics parasites.

## ■ Le contrôle du stationnement

Il est reconnu depuis longtemps que la gestion du stationnement est un levier important d'une politique de transports urbains.

Les NTIC peuvent contribuer à cette gestion, en particulier par l'information apportée aux automobilistes sur les disponibilités des places de stationnement.

Les expériences réalisées à ce jour concernent l'information de l'automobiliste à l'aide de panneaux à messages variables (PMV) en amont d'une zone congestionnée, près des gares ou dans les centres ville.

À Munich (Allemagne) les automobilistes approchant de la ville par le Nord ont été informés par PMV de l'ouverture du nouveau parc de stationnement à la gare de Frottmaning et de la capacité disponible en temps réel. Lors d'une enquête, 26 % des usagers réguliers de ce parc ont répondu qu'en l'absence de cette information par PMV ils ne l'auraient jamais utilisé.

À Cologne (Allemagne), une expérience similaire par PMV a été engagée, aboutissant au doublement de l'usage des parcs de stationnement aux gares du réseau ferré.

En outre les parcs de stationnement publics du centre ville sont reliés à un ordinateur central de régulation qui informe les automobilistes des places disponibles à l'aide de 74 PMV. La mise à jour de l'information est automatique : dans chaque parc un système détermine automatiquement les places disponibles par comptage des entrées et sorties.



# L'ASSISTANCE À LA CONDUITE

L'assistance à la conduite de l'automobiliste a pour objectif d'améliorer la sécurité routière et le confort de conduite.

Elle contribue également à fluidifier la circulation urbaine en réduisant les risques d'accidents et en orientant les automobilistes vers les itinéraires les moins chargés

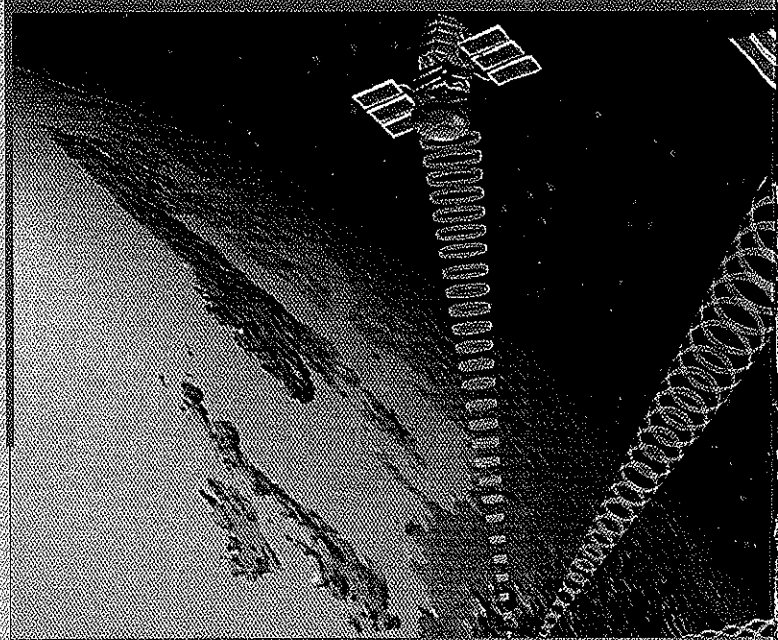
## ■ La surveillance du conducteur

La fatigue est l'une des principales causes d'accidents en France, notamment sur autoroute. D'où l'idée de détecter les baisses de vigilance du conducteur et de l'alerter immédiatement.

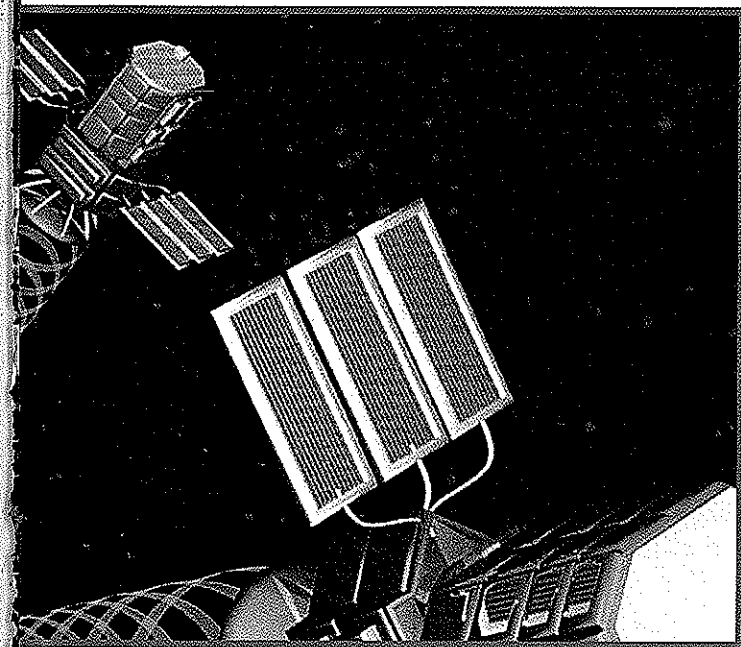
Les systèmes en cours d'étude chez les constructeurs automobiles et les équipementiers utilisent largement les NTIC. Il existe d'ailleurs sur ce sujet un programme de recherche européen. Pour identifier les phases de baisse de vigilance, plusieurs approches sont testées.

Chez Toyota des capteurs placés dans le volant détectent les variations d'amplitudes de mouvement du conducteur. D'autres constructeurs, comme Renault Véhicules Industriels (RVI), utilisent une caméra qui filme les battements de paupières, révélateurs de signes d'hypovigilance. PSA Peugeot-Citroën se fie aux informations transmises par des capteurs de roues du véhicule.

Le conducteur est prévenu par un signal sonore, par un symbole facilement identifiable sur le tableau de bord (une tasse de thé pour Toyota) ou tout autre procédé auquel le conducteur est sensible, comme par exemple la ventilation de l'habitacle avec un parfum de menthe rafraîchissant chez Nissan.







## ■ L'automatisation des équipements de sécurité

Ce sont tous les équipements et systèmes qui facilitent la conduite, soit par l'amélioration du confort, soit par l'assistance dans le repérage des obstacles.

Ainsi, pour la vision de nuit, les nouveaux phares au Xénon offrent un éclairage deux fois plus performant, tout en ayant une durée de vie du même ordre que celle de l'automobile. Mais, afin de ne pas éblouir les autres conducteurs, la portée de tels phares est régulée automatiquement de manière dynamique : les projecteurs sont ajustés toutes les 10 à 30 secondes en fonction du profil de la route, de l'accélération et du freinage du véhicule. Ces phares au Xénon équipent déjà certains véhicules neufs, telle la Renault Safrane par exemple.

À l'avenir les automobilistes pourront bénéficier d'un éclairage «intelligent» capable de s'adapter aux conditions de circulation, état de la route, virages, densité de brouillard..., grâce à la technologie de répartition variable de lumière mise au point par les équipementiers Hella et Bosch.

L'utilisation de la lumière infrarouge ou ultraviolette est également une voie prometteuse.

Une source d'accident est «l'angle mort» cette section de route que le conducteur ne voit pas dans son rétroviseur. Ce problème peut être résolu par des capteurs qui détectent la présence d'un obstacle dans l'angle mort et le signalent au

conducteur par des points lumineux sur la surface du rétroviseur, par exemple.

La «vision tête haute», (Head Up Display, HUD) technologie utilisée dans l'aviation et la navigation maritime, consiste à projeter au-delà du pare-brise sous forme d'une image virtuelle, dans l'axe de vision du conducteur, les informations essentielles pour la conduite (vitesse, autonomie de carburant, feux, pression d'huile). Elles sont ainsi plus faciles à repérer que sur le tableau de bord.

Les informations de direction d'un système de navigation ou un signal d'alerte couplé à un radar anti-collision peuvent également s'afficher. Aux États-Unis quelques véhicules neufs et les véhicules de police sont équipés d'un HUD.

Daimler Benz a mis au point un système de reconnaissance des panneaux de signalisation par un ordinateur de bord, ce qui permet de les afficher en «vision tête haute».

## ■ Les systèmes anti-collisions

Ces systèmes visent à avertir l'automobiliste qu'une collision est possible et à l'assister pour réagir le plus rapidement possible.

Peugeot a mis au point sur les 607 un système de déclenchement automatique des feux de détresse destiné à prévenir les autres automobilistes de l'arrêt d'un véhicule ou de la réduction de sa vitesse.

Mais, sachant que la moitié des collisions pourrait être évitée si on anticipait le freinage d'une seconde, les équipementiers ont développé un «assistant intelligent au freinage» (AIF). Un capteur mesure l'intensité de la pression exercée sur la pédale de frein et repère s'il s'agit d'un freinage d'urgence.

Dans ce cas le système déclenche immédiatement un signal qui commande un renforcement du freinage, même si dans l'intervalle le conducteur a relâché la pédale (en cas de panique par exemple). Grâce à l'AIF la distance d'arrêt à 100km/h est réduite de 25 à 50 % ! Mercedes, Nissan, Opel et Renault ont décidé d'équiper leurs véhicules neufs de l'AIF.

Tout le monde connaît le système de freinage ABS (antilock braking system), antiblocage, introduit en 1978 par Mercedes et Bosch.

Le nouveau système ESP (Electronic Stability Program) améliore l'ABS par un système antipatinage qui contrôle la stabilité latérale du véhicule.



**Figure 27 - PROTOTYPE HYUNDAÏ D'ASSISTANCE À LA CONDUITE.** Une caméra filme la route en permanence ; un procédé utile pour assurer le suivi de la ligne blanche.

Des capteurs mesurent l'angle du volant, les accélérations transversales, la vitesse de rotation des roues et la pression des pneus. S'ils détectent une situation critique du véhicule, par exemple un déport vers l'extérieur dans un virage, le système ralentit en un temps très court (quelques millisecondes) l'une des roues. Ceci redonne de l'adhérence au véhicule qui peut terminer son virage sans déraiper. Bien entendu, l'ESP ne corrige pas les grosses erreurs de conduite (dues par exemple à des vitesses manifestement très excessives), mais accroît la sécurité. Plus d'un million d'automobiles sont déjà équipées d'ESP.

Ce système est en cours d'amélioration avec notamment un logiciel plus complexe, qui accroîtra à la fois ses performances et le confort de conduite.

Pour éviter les collisions entre deux véhicules qui se suivent, des systèmes ACC (Adaptive Cruise Control) ont été étudiés pour détecter un rapprochement dangereux et agir automatiquement sur le système de freinage.

Un petit radar placé dans la calandre de la voiture ou au niveau des projecteurs renseigne sur la distance séparant le véhicule équipé de son prédécesseur. Quand cette distance devient dangereuse, l'ACC agit sur l'admission des gaz dans le moteur et sur les freins pour ralentir la voiture suivante.

Au Japon certains modèles sont déjà équipés depuis quelques années (ex. Mitsubishi Diamant). En Europe c'est Mercedes qui a pris de l'avance avec son système DISTRONIC équipant la nouvelle «Classe S». Mais, très prochainement, d'autres constructeurs proposeront de l'ACC.

L'ACC rend la conduite plus souple mais ne décharge pas complètement le conducteur de sa vigilance. Il ne freine pas complètement et ne se déclenche qu'au-delà de 30 km/h. Des

recherches continuent (en particulier chez Honda) pour mettre au point un ACC véritablement anti-collision.

Les à-coups de la circulation rendent pénibles la conduite en ville. Des recherches ont été engagées pour confier à l'électronique la gestion du véhicule dans ces situations de «stop and go». Le programme européen UDC (Urban Drive Control) prévoit des expériences de validation de ces recherches dans les conditions réelles de circulation sur le site test de la ville de Turin.

Des mises au point sont cependant encore nécessaires pour tenir compte de tous les comportements aléatoires ou anarchiques de la circulation urbaine, comme l'irruption brutale d'un véhicule devant le véhicule équipé du système.

## ■ Le guidage routier

Le guidage routier, appelé également navigation, consiste à guider l'automobiliste de porte à porte, entre son point de départ et sa destination.

Il s'effectue de manière visuelle (sur écran) ou vocale. Il est dit statique quand il repose sur des données statistiques moyennes des conditions de circulation. Le guidage dynamique tient compte des conditions de circulation en temps réel. Il constitue l'avenir proche des systèmes de guidage routier.

Dans l'immédiat, en France, on a essentiellement des systèmes statiques embarqués. Les informations sur les conditions de circulation sont fournies de façon indépendante par un équipement complémentaire comme le Visionaute.

Un exemple français de guidage routier est le système CARMINAT (voir encadré).



**Figure 28 - PROTOTYPE NISSAN D'ECRAN EMBARQUÉ MULTIFONCTIONS.** (récepteur TV, caméra de recul, écran de navigation, ...)

## CARMINAT

Issu d'une coopération lancée en 1986 par quatre partenaires : Renault, Philips, Sagem et TDF (Télé Diffusion de France) et intégré au programme de recherche européen DRIVE de 1991 à 1994, le système CARMINAT<sup>(\*)</sup> est commercialisé depuis septembre 1995 sur une série limitée de la Safrane (Renault). (voir figure 29)

Le système comprend une antenne GPS, un magnétomètre, des capteurs de roue, un calculateur embarqué, un CD-ROM, un clavier, un écran et un haut-parleur.

L'antenne GPS capte la position du véhicule avec une précision de l'ordre de 10 m<sup>(\*\*)</sup>. Le magnétomètre (boussole) indique l'orientation du véhicule tandis que les capteurs de roue donnent une estimation de la distance parcourue par le véhicule. Ce dispositif est indispensable en milieu urbain pour permettre la continuité du guidage malgré les zones d'ombres du repérage satellitaire GPS dues aux passages souterrains, bâtiments hauts, ...

Le CD-ROM contient les cartes routières et les plans de villes numérisés. Le calculateur décode, traite et transmet toutes les données au système. La seule manipulation que le conducteur doit faire est d'entrer, à l'arrêt, avant de commencer son voyage, sa destination via le clavier. Dans certains systèmes, cette entrée peut se faire par commande vocale. Le système repère la position du véhicule via l'antenne GPS et la destination sur sa base de données cartographiques (CD-ROM). Il calcule automatiquement le meilleur trajet et le guidage commence.

L'écran affiche une représentation simplifiée de la voirie à venir, intersection, rond-point, tandis qu'une flèche préconise la direction à suivre.



Figure 29 - CARMINAT (RENAULT).

Écran du système de navigation embarqué (en haut à droite).

En même temps que s'affiche la flèche une voix de synthèse guide oralement le conducteur (ex. «tournez à droite dans 150 m»).

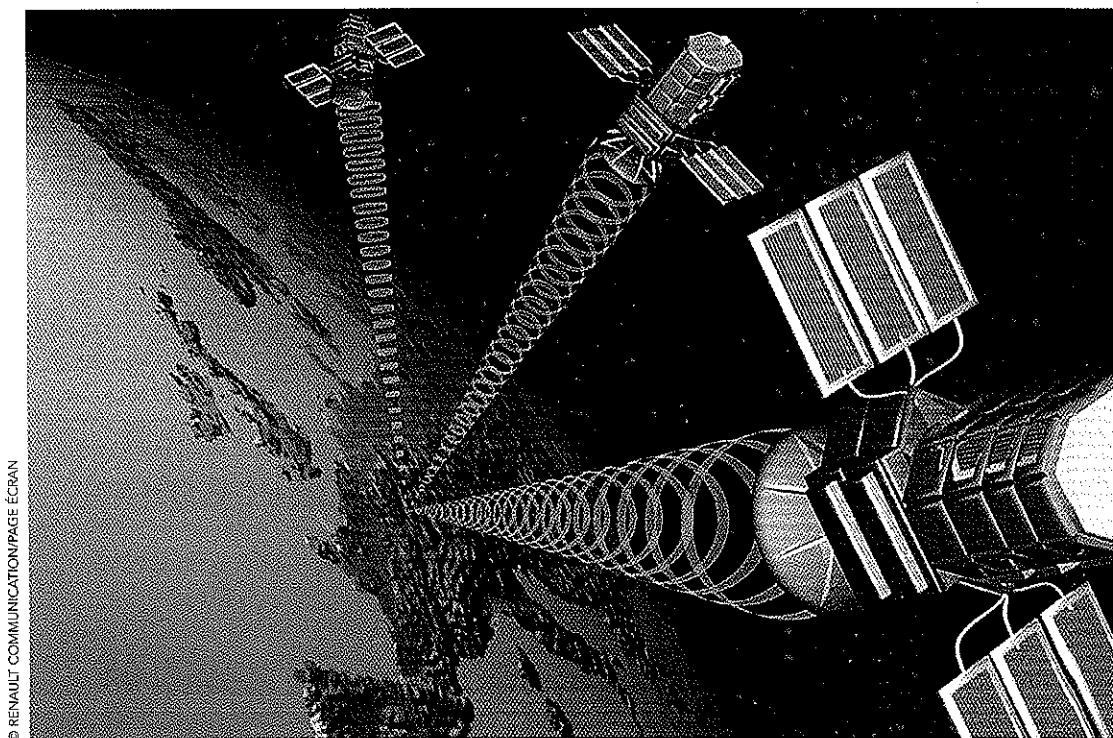
Si le conducteur se trompe (par exemple, oublie de tourner à droite comme indiqué) le système recalcule quasi instantanément un nouvel itinéraire et le guidage reprend aussitôt.

L'efficacité de la navigation repose sur la précision et la fiabilité des données contenues dans le CD-ROM. Les deux fournisseurs de données européens, NAVTECH (70 % du marché), le plus complet sur le territoire français, et TELEATLAS proposent des mises à jour trimestrielles.

Le CD-ROM peut contenir des informations sur divers services annexes touristiques par exemple.

(\*) Nom contracté des 3 précédentes réalisations du projet : CARin, MINerve et Atlas. Depuis 1997, CARMINAT est devenu une société privée : Médiamobile. CARMINAT comprend le guidage routier que l'on décrit ici et Visionaute (info trafic) précédemment mentionné.

(\*\*) Avant le 1<sup>er</sup> mai 2000 la précision était de 100 m car le système militaire GPS américain était volontairement dégradé en usage civil. Depuis le 1<sup>er</sup> mai 2000 les Américains ont décidé de ne plus le dégrader en usage civil



© RENAULT COMMUNICATION/PAGE ÉCRAN

**Figure 30 - LE SYSTEME DE REPERAGE PAR SATELLITES GPS.**

*Le véhicule automobile reçoit en permanence des signaux d'au moins 3 des 24 satellites GPS.*

Les premiers systèmes de navigation sont apparus au Japon au début des années 1980. Ceci n'est pas surprenant car ce pays connaît d'énormes problèmes d'embouteillages à la fois du fait de sa densité de population et de son retard en infrastructures routières. De plus, dans les villes japonaises, beaucoup de rues n'ont pas de nom et le numérotage des adresses suit un ordre chronologique de réalisation des bâtiments et non pas un ordre géographique continu.

Les premiers systèmes n'utilisaient pas le repérage par GPS mais des balises implantées dans l'infrastructure, effectuant des liaisons micro-ondes ou infrarouges avec les véhicules équipés.

Les utilisateurs japonais sont encore aujourd'hui largement les plus nombreux dans le monde : environ 7 millions de véhicules équipés.

En Europe, le marché a décollé à partir de 1998 où environ 250 000 véhicules neufs équipés ont été vendus. Ce nombre a doublé en 1999, a atteint 900 000 en 2000 puis 1 100 000 en 2001. À l'horizon 2004-2006 on prévoit un rythme annuel de 3 millions de véhicules neufs équipés, soit environ 15 % des ventes.

Actuellement on estime qu'en France 1 à 2 % du parc de voitures particulières est équipé, contre 6 à 7 % en Allemagne.

La diffusion de ces systèmes va très certainement s'accompagner d'une évolution rapide de leurs fonctionnalités.

La première étape sera l'intégration des informations de trafic en temps réel conduisant à la navigation dynamique.

Dans deux ou trois ans une rupture technologique pourrait déboucher sur des systèmes ouverts, c'est-à-dire que les divers CR-ROM de bases de données cartographiques deviendraient lisibles sur tous les systèmes de navigation. Actuellement, ces systèmes sont fermés : un système développé par un équipementier ne peut lire que le CD-ROM qui a été conçu pour lui (par exemple CARMINAT ne peut utiliser des CD-ROM BOSCH).

L'évolution des technologies de transmission de données par voie hertzienne (y compris des images) devrait par ailleurs permettre dans quelques années de voir apparaître des systèmes « débarqués » où les données seront stockées et traitées dans un centre de calcul fixe au lieu de l'être à bord du véhicule comme aujourd'hui (systèmes « embarqués »). Seule la partie utile de navigation sera téléchargée.

Le téléphone mobile, grâce à ses futures technologies de transmission de données (GRPS puis UMTS) est pour cela un support très prometteur.

Il est d'ores et déjà envisageable aujourd'hui, à partir des techniques existantes, qu'un conducteur interroge à distance un centre de calcul via un téléphone mobile. Après avoir précisé sa demande de navigation il déposera son téléphone mobile sur un support, dans son véhicule. La connexion entre le téléphone mobile, l'écran embarqué et les haut-parleurs se fera alors automatiquement, soit par un réseau filaire, soit à distance grâce à la technologie Bluetooth et le guidage dynamique commencera. Il n'y aura plus besoin de CD-ROM et de calculateurs embarqués.

En fait, ces deux types de systèmes (embarqués et débarqués) coexisteront probablement car ils répondent à des besoins différents.

# L'IMPACT DES SYSTÈMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS

**Les Systèmes de Transport Intelligents ouvrent un champ très vaste d'innovations pour l'organisation des déplacements. Le coût de leur développement justifie cependant que l'on s'interroge sur leur efficacité et leur rentabilité économique.**

## ■ Un défi méthodologique

Il est courant dans le domaine des transports, de soumettre les choix d'investissements à des évaluations socio-économiques. Les limites et les difficultés méthodologiques de ces exercices sont bien connues. La nature des services rendus par les STI et leur caractère novateur posent des défis supplémentaires.

La base de ces évaluations est la quantification puis la monétarisation des avantages procurés par l'investissement. Or, les STI apportent des avantages nouveaux, comme l'information ou le confort de conduite, pour lesquels il n'existe pas de méthode de valorisation clairement établie.

Une autre difficulté tient au manque de repères pour évaluer les avantages. S'agissant de systèmes encore expérimentaux, les observations sont rares et se situent dans des contextes souvent peu comparables. On est donc parfois amené à tester des hypothèses de comportement vraisemblables plutôt qu'à s'appuyer sur des prévisions. Le recours aux comparaisons internationales est souvent instructif. Dans le cas des STI, il est délicat.

Les situations de référence, par rapport auxquelles on évalue un projet, ont en effet un impact très important sur les résultats. Une ville ayant un trafic routier très important et peu de régulation des feux aux carrefours tirera plus de bénéfice de certains aspects des STI qu'une ville ayant déjà un système de régulation moderne centralisé. Au niveau de l'évaluation elle-même, la méthode de quantification des gains n'est pas homogène d'un pays à l'autre et les valeurs monétaires unitaires peuvent être très différentes.

L'élaboration d'une méthodologie spécifique aux STI a été tentée, notamment au niveau européen. Mais la démarche se heurte au manque ou à l'hétérogénéité des données pour son application. Ces difficultés et ces limites doivent rester présentes à l'esprit quand on évoque les conclusions des travaux menés ici ou là sur le sujet. Ces travaux donnent cependant des ordres de grandeur intéressants. Ils peuvent être classés en deux grandes catégories : les recherches d'identification et de quantification des avantages et les évaluations globales de type rentabilité socio-économique ou coûts-bénéfices.



## ■ L'identification et la quantification des impacts des STI

Le tableau suivant présente de manière synoptique et purement qualitative les principaux

impacts des diverses applications des STI sur les automobilistes, les usagers des transports, les exploitants et les gestionnaires de réseau, l'environnement. Il donne une idée des champs d'actions possibles des NTIC.

Tableau 1 : Principaux impacts des systèmes de transport intelligents

Légende		+ Impact positif				- Impact négatif				+/- Impact faiblement positif										
IMPACT SUR :	INDICATEURS D'IMPACT	VOYAGEURS				EXPLOITANTS				SOCIÉTÉ										
		Automobilistes		Usagers des transports publics		Transports publics		Voirie		Environnement		Autre								
		Trajet moins long (temps)	Trajet moins coûteux	Confort	Sécurité	Trajet moins long (temps)	Régularité	Commodité	Economie des coûts	Qualité de service	Sécurité	Economie des coûts	Capacité	Trafic	Accidents, incidents	Qualité de service	Qualité de l'air	Qualité du bruit	Economie d'énergie	Gain économique
INFORMATION À L'USAGER																				
1	Information avant le déplacement			+				+							?		+			
2	Information pendant le déplacement																			
	- à l'automobiliste dans le véhicule	+		+	?												+/-			+/-
	- à l'automobiliste sur voirie	+		+	+							+	+				+	+/-	+/-	+/-
	- à l'usager des transports publics							+		+/-										?
3	Navigation (automobilistes)	+	+	+	+/-											+/-	+/-		+/-	+/-
4	Aide au covoiturage	+		+																
GESTION DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE																				
5	Gestion des incidents et des secours				+				+		+	+	+	+	+					+
6	Appels d'urgence			+	+						+					+				+/-
7	Gestion de la circulation urbaine	+	+			+	+		+/-	+/-		+	+	?			+		+	+
8	Gestion de la circulation autoroutière	+	+	+	+						+	+	+	+	+	+	+/-		+/-	+
9	Intégration des 7 et 8	+		+							+	+	+/-							+/-
10	Gestion des flux de piétons				+											+				
11	Surveillance de la météo			+	+											+				
12	Route automatisée	+	?	+	+						?	+	+	+	+	+	+		+	?
GESTION DES TRANSPORTS PUBLICS																				
13	Gestion des données de trafic								+	+										+/-
14	Gestion des véhicules de transports publics						+		+	+										+/-
15	Priorité des transports publics aux feux					+	+		+	+										+/-
16	Transports publics à la demande					+		+	+											?
PAIEMENT ÉLECTRONIQUE GESTION DE LA DEMANDE																				
19	Paiement électronique, télébilletique	+		+				+	?	+		+	+				+			?
20	Accès contrôlé à 1 zone											+	+				+	+		+/-
21	Contrôle du stationnement								?	?		+								+/-
22	Péage urbain											+								?
ASSISTANCE À LA CONDUITE (AUTOMOBILISTES)																				
23	Surveillance du conducteur			?	+											+				
24	Assistance au conducteur			+	+											+				
25	Système anti-collision			+	+											+				

Sur un plan plus quantitatif, une étude menée aux États-Unis a montré que les STI pourraient apporter des améliorations sensibles en termes de temps de parcours, fluidité du trafic et sécurité (voir tableau 2).

D'autres études menées en Europe, au Japon et aux USA sur la sécurité mettent en évidence des impacts potentiels très importants de certaines applications des STI (voir tableau 3). Les actions les plus performantes dans ce domaine seraient : les carrefours à feux intelligents et les carrefours adaptatifs, les caméras de contrôle de vitesse, le système d'alerte anti-collision, la régulation d'accès sur autoroute, la surveillance de la météo, les panneaux à messages variables, et l'assistance au conducteur.

La navigation dynamique aurait, en revanche, très peu d'impact sur le nombre d'accidents.

Les études menées sur les gains de temps montrent également que des réductions notables des temps d'attente et de retard pourraient être

obtenus grâce à certaines actions STI (voir tableau 4). Le péage électronique serait l'action la plus efficace selon ce critère (pour les usagers du péage). Viennent ensuite : les feux de circulation, la gestion intégrée de la circulation urbaine, la régulation d'accès sur autoroute, le contrôle d'accès à une zone, la priorité aux feux des bus et tramways. Les moins performantes des actions évaluées seraient : les panneaux à messages variables (Australie), la navigation dynamique, la radio RDS/ TMC, la gestion des incidents.

On notera que les résultats de ces études illustrent bien la difficulté des comparaisons internationales. Ainsi, la réduction des accidents apportée par les carrefours à feux adaptatifs est estimée à 18 % aux USA et à 30 % en Europe. La réduction des temps d'attente et de retard imputable à la navigation dynamique serait de 4 à 8 % en Europe, de 15 % au Japon.

Ces différences s'expliquent par des situations de départ différentes selon les pays, mais aussi sans doute par des différences méthodologiques.

**Tableau 2 : Avantages en zone métropolitaine aux États-Unis**

Source : US Department of Transportation, «ITS Benefits: continuing successes and operational tests results (october 1997)»

ACTION STI	AVANTAGES
Gestion de la circulation urbaine	Diminution de 8 à 25 % des temps de parcours
Gestion de la circulation sur autoroute	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation du trafic de 8 à 22 %</li> <li>• Augmentation de la vitesse de 13 à 48 %</li> <li>• Diminution des accidents de 24 à 50 %</li> </ul>
Paiement électronique dans les transports publics	Augmentation des recettes de 3 à 30 % (cf éviction de la fraude)
Gestion des incidents	Réduction de 10 à 45 % des délais occasionnés par les incidents
Péage électronique routier	Augmentation de 200 à 300 % de la capacité du péage

**Tableau 3 : Gains sécuritaires**

Source : PIARC, «ITS Handbook 2000», Artech House (1999) chapitre 3

ACTION STI	GAIN (en % de réduction d'accidents)	ZONE CONCERNÉE
Carrefour à feux intelligents (advanced signal control)	75 à 78 %	Japon
Carrefour à feux adaptatifs	18 %	USA
Carrefour à feux adaptatifs	30 %	Europe
Régulation d'accès sur autoroute	24 à 50 %	USA
Caméras de contrôle de vitesse	20 à 80 %	USA
Caméras de contrôle de vitesse	50 %	Royaume-Uni
Gestion de la circulation sur autoroute	30 %	Europe
Système d'alerte anti-collision	33 à 40 %	USA
Surveillance de la météo et panneaux à messages variables	30 à 40 %	Europe
Assistance au conducteur	Jusqu'à 41 %	Europe
Appels d'urgence	7 à 12 %	Europe
Navigation dynamique	1 %	USA
Gestion des incidents et des secours	15 %	USA
Système anti-collision au plan national	Jusqu'à 17 %	USA



**Tableau 4 : Gains de temps d'attente et de retard**

Source : PIARC, «ITS Handbook 2000», Artech House (1999) chapitre 3

ACTION STI	GAIN (en % de réduction des temps d'attente et de retard)	ZONE CONCERNÉE
Régulation d'accès sur autoroute	13 à 48 %	USA
Régulation d'accès sur autoroute et panneaux à messages variables	19 %	Europe
Panneaux à messages variables	8 %	Australie
Modification d'itinéraire à l'aide de panneaux à messages variables	Jusqu'à 20 %	Europe
Feux de circulation	10 à 20 %	Japon
Feux de circulation	8 à 25 %	USA
Feux de circulation	20 %	Australie
Feux de circulation	12 à 48 %	Europe
Gestion des incidents	6 à 12 %	Australie
Navigation (véhicules automobiles)	4 à 20 %	USA
Radio RDS/TMC	3 à 9 %	Europe
Contrôle d'accès à une zone	18 % en moyenne	Europe
Gestion de la circulation urbaine	10 % en moyenne	Europe
Péage électronique (véhicules équipés)	71 %	Europe
Péage électronique (véhicules non équipés)	30 %	Europe
Priorité aux feux des bus et tramways	7 à 19 %	Europe
Gestion intégrée de la circulation urbaine	25 %	Europe
Navigation dynamique	4 à 8 %	Europe
Navigation dynamique	environ 15 %	Japon

### ■ Les évaluations socio-économiques globales

Elles suivent les démarches habituelles des évaluations de rentabilité d'investissement et portent soit sur des politiques globales faisant appel à un ensemble d'applications des STI soit sur la mise en œuvre de certaines de celles-ci.

Une étude globale menée aux États-Unis sur 50 métropoles [Référence : Mc Gurrin, M.F. et D.E. Shank «ITS versus New Roads» ITS World Juillet/Août 1997], a comparé deux politiques possibles pour faire face aux 30 % d'augmentation de trafic attendus dans les dix années à venir et maintenir le niveau de congestion constant<sup>(14)</sup>.

La première consiste à réaliser uniquement des investissements d'infrastructures routières (correspondant à +30 % des capacités). La seconde consiste à panacher les investissements en infrastructures routières et en STI, en optimisant l'efficacité de ces derniers : dans ce cas les investissements en infrastructures routières peuvent être divisés par trois car les deux tiers des accroissements de capacité sont obtenus grâce aux STI.

L'étude a conclu que la deuxième solution (avec les STI) serait 35 % moins chère que la première

(infrastructures routières seules), l'économie réalisée étant de 30 milliards de dollars (valeur 1996) sur 10 ans (équivalant à 36,7 milliards d'euros 2002).

Dans les études coûts-bénéfices, les avantages procurés par un investissement dans les STI sont monétarisés pour la durée de vie de celui-ci. Le projet est considéré comme rentable quand le rapport des valeurs actualisées de ces avantages et du coût global (investissement et coûts d'exploitation), sur la durée de vie du projet, est supérieur à 1.

On sait que le classement selon cette approche, très prisée par les anglo-saxons, a tendance à privilégier les investissements ayant un «taux de retour» élevé, mais pas forcément ceux ayant globalement le meilleur intérêt collectif qui, lui, se mesure par la valeur du bénéfice actualisé.

L'évaluation globale des actions STI réalisée selon cette méthode par les américains sur leurs zones métropolitaines aboutit à un excellent ratio, d'autant plus élevé que l'on se focalise sur les zones métropolitaines les plus importantes.

(14) Le document de référence ne mentionne pas l'année de référence. On présume que c'est 1996. En fait cela n'a pas grande importance dans le cas présent, les valeurs étant exprimées en dollars constants.

**Tableau 5 : Exemple de ratios bénéfices-coûts en milieu urbain aux USA et au Canada**

Source : PIARC, «ITS Handbook 2000», Artech House (1999) chapitre 3

ACTION STI	RATIO	ZONE CONCERNÉE
Gestion des incidents et des secours	> 5	USA
Gestion de la circulation	6,46	Canada
Services d'information	1,51	Canada
Gestion de la demande	1,98	Canada
Sur les 75 zones métropolitaines les plus importantes	8,8	USA
Sur les 297 zones métropolitaines les plus importantes	5,7	USA

De même, les quelques évaluations américaines et canadiennes d'actions STI individuelles concluent toutes à leur rentabilité (voir tableau 5).

Une étude anglaise réalisée en 1996 pour le compte du Ministère des Transports par le «Transport Research Laboratory (TRL)» sur cinq actions STI en milieu urbain conclut également à leur rentabilité avec des ratios bénéfices/coûts élevés (voir tableau 6). On est toutefois surpris par le score très élevé de la gestion de carrefour (ratio =34).

On remarque par ailleurs que seule la gestion du stationnement présente un score différent selon que cette action est supposée isolée (imputation de la totalité des investissements) ou intégrée à d'autres actions. Pour les autres actions le score est le même ce qui suppose que, dans leur évaluation, les investissements marginaux imputés à ces actions dans un programme global sont du même ordre que ceux de leur réalisation isolée.

À ces approches globales, on peut rattacher les démarches de type de comparaison «avant» et «après» la mise en place de certains investissements en STI. Ces démarches sont délicates parce que les comportements ne changent que lentement, que le contexte général évolue et qu'il est donc difficile d'isoler l'effet de l'investissement et surtout qu'on manque souvent des données nécessaires sur la situation «avant».

L'exercice a été fait pour SIRIUS, Système d'Information pour un Réseau Intelligible aux Usagers, après sa mise en service sur la partie Est du réseau des voies rapides d'Ile-de-France. Faute de mesures sur la situation «avant», l'évaluation a été basée sur des hypothèses vraisemblables de comportement introduites dans un modèle classique de trafic (voir encadré).

Les différences d'évaluation que l'on constate pour un même type d'action, selon les études et les zones concernées ne doivent pas surprendre.

Elles tiennent aux limites des études d'évaluation rappelées précédemment.

La méthodologie d'évaluation devra donc être améliorée, et si possible homogénéisée internationalement.

Tout en accueillant ces résultats avec prudence, on constate cependant qu'elles démontrent toutes l'intérêt des investissements dans les STI en milieu urbain. Pour certaines actions on aboutit même à des ratios bénéfices-coûts très élevés (gestion des incidents et des secours, gestion de la circulation urbaine).

Des études du même type ont été effectuées sur les déplacements interurbains. Elles donnent des résultats généralement moins favorables que ceux en milieu urbain.

Les mêmes limites et biais de ces études se retrouvant dans les deux types de résultats (urbain et interurbain) il semble donc bien que ce soit en milieu urbain que les investissements de STI sont les plus profitables socio-économiquement.

**Tableau 6 : Ratio bénéfices-coûts en milieu urbain au Royaume-Uni**

Source : PIARC, «ITS Handbook 2000», Artech House (1999) chapitre 3

ACTION STI	RATIO BÉNÉFICES/COÛTS		COMMENTAIRES
	Cas A	Cas B	
Détection d'incident et d'accident	3,8	3,8	Réduction de la congestion et de la sévérité des accidents
Gestion de carrefour	34	34	Gains de temps
Gestion de la circulation dans une zone	7,6	7,6	Gains de temps
Gestion du stationnement	1,7	7,1	Diminution de la congestion
Priorité aux véhicules de secours	4,8	4,8	Réduction de la sévérité des accidents

Cas A : projet supposé isolé et supportant totalement les investissements.

Cas B : projet non isolé.

### L'évaluation économique de SIRIUS-Est

(Source : Michel Frybourg et Jean Orselli «L'évaluation technique, sociale et économique de SIRIUS – application au cas de SIRIUS-Est» chapitre 3)

Cette évaluation ne repose pas sur des mesures avant-après sur le terrain mais sur l'utilisation du modèle de trafic de la DREIF destiné à l'évaluation économique des projets d'infrastructures en Ile-de-France, adapté au cas de SIRIUS.

Les auteurs ont émis l'hypothèse que 2 % des automobilistes du réseau de SIRIUS-Est se délestent (par rapport à la situation sans SIRIUS-Est) suite aux informations fournies sur les panneaux à messages variables (PMV) du système. Ce taux a été retenu après examen d'enquêtes de comportements sur les grands divergents autoroutiers, les divergents autoroutiers mineurs et les accès. Ils ont également testé l'hypothèse de 1,5 % de délestage.

La valeur tutélaire du temps est celle adoptée par les pouvoirs publics pour les choix d'investissements

(68 francs HT valeur 1994 par heure et par personne) et le taux d'occupation moyen a été estimé à 1,25 personnes par véhicule.

Les auteurs ont conclu à un taux de rentabilité immédiat de SIRIUS-Est compris entre 83 % (1,5 % de délestage) et 121 % (2 % de délestage).

On remarque que la très grande majorité de ces économies provient des gains de temps résultant du délestage (86 % pour 1,5 % de délestés et 89 % pour 2 % de délestés).

Les auteurs ont également estimé que des contrôles d'accès associés à SIRIUS-Est feraient monter les taux de rentabilité immédiate à 110 % (pour 1,5 % de délestage) et à 185 % (pour 2 % de délestage).

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

#### GAINS SUR SIRIUS-EST (en MF HT/an valeur 1994)

Source : PIARC, «ITS Handbook 2000», Artech House (1999) chapitre 3

ACTION STI	VALEUR MONÉTAIRE	
	1,5 % DE DÉLESTÉS	2 % DE DÉLESTÉS
Gains de transport :		
- usagers délestés	308	428
- usagers non délestés	13	32
sous-total	321	460
Gains de temps en cas de gros accident	7	13
Sécurité	40	40
Energie	2	3
Pollution	2	3
<b>Total</b>	<b>372</b>	<b>519</b>

# LE DÉVELOPPEMENT DES STI, À QUELLES CONDITIONS ?

On sait qu'il ne suffit pas  
qu'une innovation réponde  
à un besoin pour qu'elle rentre  
en application à grande échelle.  
Pour les STI, l'avenir dépendra  
de la capacité des acteurs à créer,  
sur le plan technique,  
commercial, institutionnel,  
un environnement propice  
à leur développement.  
Des synergies sont aussi  
à organiser au niveau local  
pour aboutir à de véritables  
systèmes intelligents de gestion  
des déplacements urbains,  
comme Turin ou Munich  
les mettent en place

## ■ Des convergences techniques à organiser

Actuellement on assiste à un foisonnement de technologies et de services possibles, mais souvent non compatibles.

Il y a donc une nécessité de convergence des STI.

D'abord, par l'intégration des services, c'est-à-dire la fourniture de plusieurs services par la même technologie ou plus exactement par le même terminal. Par exemple, un terminal embarqué dans un véhicule automobile doit pouvoir servir à la fois à la navigation, à l'information sur le trafic, à l'assistance, dépannage, au secours d'urgence, etc... C'est, on l'a vu, l'objectif du projet de portail Internet multi-accès pour l'automobiliste européen de Vivendi-PSA Peugeot-Citroën.

Ensuite, par l'inter-opérabilité des technologies : un même service peut être obtenu par diverses technologies. L'information sur le trafic et la navigation à bord d'un véhicule via la radio (RDS/TMC ou DAB) ou via un ordinateur embarqué, par exemple.

Cette convergence suppose que l'on définisse une architecture-cadre, au moins au niveau national, de développement des STI. En partant des besoins des utilisateurs, cette architecture définirait les fonctions à assurer et les flux de données à acheminer entre elles (architecture logique ou fonctionnelle). Les principaux systèmes et sous-systèmes proches du monde réel (le véhicule, la route, le rail,...) sur lesquels seront affectées les fonctions (architecture physique) seraient décrits pour aboutir à une architecture technique de déploiement (matériels et logiciels supports des fonctions).

Elle permettrait aussi de définir des normes – la standardisation – pour assurer l'inter-opérabilité des systèmes.

Les États-Unis ont bâti une telle architecture nationale (ADUS, «Archived Data User Service»). La commission européenne a, de son côté, élaboré un projet d'architecture européenne (KAREN «Keystone Architecture Required for European Networks»). La France étudie une application nationale de KAREN : le projet ACTIF (Architecture Cadre pour les Transports Intelligents en France).

Traditionnellement, les systèmes en place sont souvent «propriétaires» c'est-à-dire mis au point et possédés par l'exploitant d'un réseau (une sorte de sur-mesure). L'inconvénient de ces systèmes «fermés» est qu'il est difficile ou impossible d'y intégrer une nouvelle technologie.

Sans remettre en cause l'utilité d'un système adapté aux besoins de l'exploitant et la nécessité de son contrôle par celui-ci, les systèmes futurs devraient être ouverts afin de tirer le profit maximum des innovations technologiques et de l'inter-opérabilité des technologies.

Signalons au passage une difficulté inhérente au développement des STI qui vient des durées différentes des cycles de développement des diverses technologies auxquelles ils font appel.

Ainsi, dans la construction automobile, le cycle de développement du véhicule est de 3 ans, celui d'une plate-forme de navigation 2 ans, et celui d'un téléphone mobile 6 mois. Les cycles de développement plus courts des équipements destinés à être embarqués dans le véhicule compliquent la tâche du constructeur automobile pour prévoir leur intégration.

### ■ Des stratégies commerciales à adapter

À ce jour beaucoup de systèmes n'arrivent pas à décoller à cause de leurs coûts encore trop élevés. D'une manière générale, ces coûts ont tendance à baisser, mais rien ne prouve qu'ils puissent baisser suffisamment pour trouver un marché rentable, malgré l'intérêt socio-économique du service rendu.

C'est le cas des systèmes de sécurité routière, au moins à leurs débuts. L'automobiliste est demandeur de systèmes sécuritaires mais n'est pas prêt à payer pour cela. Il considère plutôt que c'est un élément qui doit faire partie du véhicule qu'il achète. Pour le constructeur la stratégie est donc de les introduire dans le haut de gamme pour lancer le marché, puis de les étendre peu à peu aux autres gammes, comme ce fut le cas pour l'ABS (antilock braking system).

De même, l'utilisateur apprécie beaucoup l'information sur l'état du trafic (bouchons, temps de parcours,...) mais est peu enclin à payer pour l'obtenir ; il la perçoit plutôt comme une prestation normale du gestionnaire de la route.

Les fournisseurs de services privés sont donc amenés à associer d'autres services à la seule information sur le trafic pour justifier le paiement

de l'utilisation de leurs produits – navigation, informations sur les modes alternatifs, la météo,... –.

Dans les transports publics, le coût de ce type d'information (temps de parcours, temps d'attente) ne peut être supporté que par l'exploitant. L'utilisateur en retire un meilleur confort ; l'exploitant une meilleure image de marque.

Mais, même justifiés sur le plan socio-économique, les STI peinent souvent à atteindre une rentabilité financière satisfaisante au seul niveau d'une entreprise exploitante. Un partenariat public-privé, qui reste à définir, pourrait être une réponse à ce problème.

En ce qui concerne la production industrielle des STI, la rentabilité sera d'autant plus grande qu'elle s'adressera à un marché vaste. Le seul marché national est insuffisant. L'harmonisation des réglementations et des normes, au moins au niveau européen, apparaît une condition nécessaire pour le développement d'un certain nombre de composants des STI.

### ■ Assurer l'interface homme-machine

L'interface homme-machine est un élément fondamental de la réussite des systèmes de transports intelligents.

La conception ergonomique des STI doit veiller non seulement à l'efficacité des équipements et à la bonne compréhension par l'homme des messages et informations qui lui sont transmis mais également, en ce qui concerne le conducteur d'un véhicule, à ce que les STI ne perturbent pas sa tâche de conduite.

Il convient de ce point de vue d'éviter les effets pervers possibles liés à la profusion de messages et d'informations que certaines technologies permettent d'adresser au conducteur. On parle de «voiture communicante» et même de «bureau mobile»... mais attention à ne pas distraire ou même inonder le conducteur d'informations.

Beaucoup de systèmes, dits «mains libres», font appel à la reconnaissance vocale. Mais, même par ce biais, la charge mentale du conducteur peut être élevée et diminuer son attention à la conduite. Traiter, même oralement, d'un contrat important tout en conduisant n'est pas à recommander. «Travailler ou conduire, il faut choisir». Il y aura certainement des efforts d'éducation à entreprendre – un «guide de bonne conduite» –, en complément d'éventuelles dispositions réglementaires.



Entre confiance excessive et méfiance abusive, le comportement de l'automobiliste doit conserver une bonne «distance» vis-à-vis des aides que lui apportent les STI. Sinon, les effets risquent d'être contraires au but recherché.

On sait que l'ABS (Antilock Braking System) améliore l'efficacité d'un freinage d'urgence en évitant que les roues se bloquent pendant le freinage. Mais il ne supprime pas la distance minimale de freinage, fonction de la vitesse et de la masse du véhicule. Beaucoup de personnes ont surestimé son efficacité, de sorte que son introduction n'a pas donné, au début, tous les résultats positifs qu'on pouvait en attendre.

Des comportements similaires sont possibles avec les futurs STI, notamment avec tous les systèmes sécuritaires ou d'assistance à la conduite. Par exemple, des conducteurs peuvent surestimer l'efficacité des systèmes anti-collision et adopter une conduite plus risquée.

À l'inverse il pourrait y avoir une réaction de méfiance à l'égard de certains systèmes comme, par exemple,

un système anti-collision qui se déclencherait trop souvent, ou un système de surveillance du conducteur trop rigoureux.

Destinée à infléchir les comportements, l'information sur les conditions de circulation peut aussi avoir des effets pervers. Les recommandations de «bison futé» pour la circulation routière nationale sont efficaces parce que seulement 10 à 15 % des automobilistes les suivent, mais pas plus : sinon, on se retrouverait avec des encombrements aussi importants mais décalés dans le temps par rapport à la situation sans «bison futé».

Des phénomènes semblables peuvent se produire avec les STI, surtout avec les systèmes qui impliquent que le voyageur se laisse totalement guider. Ainsi, on considère que si 10 à 15 % des automobilistes circulant dans une grande agglomération utilisent, à un moment donné, un système de navigation, alors on améliore l'efficacité du réseau routier (mesurée par le temps global des déplacements). Au-delà l'amélioration diminue et, à partir de 33 % environ, on aboutit à l'effet inverse : l'efficacité du réseau routier se dégrade.

Par ailleurs, à la différence du monde industriel où la machine est conçue pour être utilisée par un ouvrier formé et éventuellement sélectionné en fonction de ses aptitudes physiques et psychologiques, les STI s'adressent à toute la population en état de conduire, c'est-à-dire à une population très large ayant des caractéristiques physiologiques et psychologiques très diverses.

En particulier, il faudra se préoccuper des conducteurs âgés, en forte progression. Le Japon, par exemple, s'attend à une multiplication par trois du nombre de conducteurs âgés de plus de 65 ans d'ici 2020 (pour atteindre 22 millions).

Or, ces conducteurs ont des capacités physiques et mentales diminuées. Ainsi, une étude japonaise a montré qu'un conducteur de moins de 60 ans mettait en moyenne 0,37 seconde pour réagir et freiner face à un obstacle tandis qu'un conducteur de 60 ans et plus mettait 0,50 seconde soit une multiplication par 1,35 du temps de réaction.

Il faut, enfin, se poser la question de l'impact sur le corps humain des ondes électromagnétiques auxquelles les occupants de ces futurs «véhicules communicants» seront exposés. Il serait très dommageable aux STI que l'on découvre, a posteriori, quelque effet sanitaire négatif non étudié et résolu au préalable.

### ■ Un cadre réglementaire et juridique à préciser

Comme tout progrès technique, les STI appellent des adaptations ou des innovations dans les domaines juridiques et réglementaires.

Ainsi, la réglementation devra prévenir les risques qui peuvent survenir de la consultation par l'automobiliste, pendant la conduite, des nombreuses informations qui lui seront dispensées et qui pourraient le distraire ou amoindrir son attention, même si les systèmes ont été bien conçus.

Elle devra d'ailleurs être complétée par une démarche d'éducation et de sensibilisation du public au bon usage de ces nouveaux systèmes.

Beaucoup de STI seront sécuritaires et/ou comporteront des automatismes (systèmes anti-collision, appel d'urgence automatique). En cas d'accident la réglementation devra définir les espaces de responsabilité entre le conducteur et l'équipement, ce qui ne sera pas toujours facile.

Le secteur privé a besoin des nombreuses données d'exploitation détenues par le secteur public pour développer ses systèmes. En outre, dans certains cas, il peut souhaiter acquérir lui-même des données d'exploitation complémentaires (installer des équipements sur l'infrastructure,

utiliser des véhicules-traceurs,...). Le secteur public développe déjà des services STI à partir des données qu'il possède (ex. site «Sytadin» développé par le SIER), et souhaitera probablement continuer. Il faudra éviter les situations de concurrence «déloyale» entre le public et le privé, le premier disposant de données «gratuites» payées par l'impôt, le second étant obligé de les acheter au premier. Il faudra également organiser l'équité de la concurrence industrielle.

Actuellement il n'existe pas de réglementation ni de cadre juridique pour répondre à ces questions.

En résumé il faudra définir quelles sont les données considérées comme publiques (par exemple toutes celles concernant la mobilité), les conditions de leur accès par le secteur privé (cahier des charges), les conditions de collecte de données complémentaires par ce dernier et les règles de concurrence.

Le respect de la vie privée est un élément majeur qu'il faudra également intégrer. En effet, si les STI permettent de recueillir beaucoup de données sur les déplacements, ils pourraient également, dans certains cas, être utilisés pour «espionner» les individus (ce serait possible par le biais de la télébilletique, du péage électronique, des véhicules traceurs...). Cet aspect est bien entendu déjà pris en compte, en collaboration avec la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), pour les systèmes existants, comme les péages électroniques sur autoroute.

## ■ L'adaptation des institutions et des acteurs

Les nouvelles technologies d'information et de communication impliquent des échanges d'information et de savoir de plus en plus vastes et ouverts. Les STI, qui en découlent, procèdent de la même logique.

Or, comme on l'a déjà mentionné, les systèmes en place sont souvent «propriétaires», chacun utilisant ses propres codes internes, selon le principe du chacun chez soi.

Si on veut profiter de toutes les potentialités des STI, voire ne pas les exclure dans certains cas, c'est tout un changement de culture et de mentalité qu'il faut amorcer : partager le savoir et l'information, accepter des systèmes ouverts, perdre un peu de pouvoir pour gagner en efficacité.

Les opérateurs de télécommunications sont puissants et c'est par leurs réseaux que doivent passer les informations et données des STI. Or, les transports ne sont ni leur priorité, ni leur métier. Ils devront évoluer et se rapprocher des exploi-

tants des réseaux et des constructeurs de véhicules et matériels. Les pouvoirs publics ont sans doute un rôle à jouer pour faciliter ces convergences.

Les industriels, eux, sont soumis à la concurrence internationale des Japonais et des Américains qui disposent d'emblée d'un marché national important. Il faut que les industriels français puissent investir le marché européen, et pour cela que les règles de concurrence européennes soient harmonisées et que des standards européens soient établis. Il faudrait qu'en préalable des règles claires aient été définies au niveau national, ce qui ne semble pas le cas aujourd'hui.

Au niveau régional, l'organisation des transports doit aussi évoluer pour tenir compte de l'existence des STI et faire en sorte d'en maximiser les effets.

Actuellement, en Ile-de-France, les échanges de données et la coordination des actions de STI se font au coup par coup : par exemple, entre le SIER et la Ville de Paris, la SNCF et les entreprises privées de bus (mais sans la RATP). On sent bien qu'il manque au niveau régional un centre de coordination, ne serait-ce que pour standardiser la transmission des données et garantir l'interopérabilité des équipements.

Ce centre de coordination peut revêtir diverses formes selon le degré de formalisation institutionnelle, la volonté politique d'opérer une gestion globale des déplacements et les contraintes liées aux institutions préexistantes.

Le minimum serait d'organiser l'échange des données entre les intervenants, chacun conservant son pouvoir de décision et d'action dans son périmètre d'intervention. Un Service Central des Données sur les Déplacements franciliens géré par un tiers de confiance recevrait des divers intervenants (exploitants, départements,...) les données et informations qu'ils détiennent (hors celles à caractère commercial). Ce service leur redistribuerait l'ensemble de ces données, éventuellement retraitées. Les intervenants utiliseraient ces informations enrichies, pour améliorer leurs prestations. Ils resteraient maîtres de l'information à diffuser à la presse et au public, soit en le faisant directement, soit en autorisant le Service Central à le faire.

Ceci implique que tous les serveurs de ce réseau soient compatibles et inter-opérables. Les divers intervenants pourraient être incités à s'y conformer par des aides financières pour les équipements nécessaires.



utiliser des véhicules-traceurs,...). Le secteur public développe déjà des services STI à partir des données qu'il possède (ex. site «Sytadin» développé par le SIER), et souhaitera probablement continuer. Il faudra éviter les situations de concurrence «déloyale» entre le public et le privé, le premier disposant de données «gratuites» payées par l'impôt, le second étant obligé de les acheter au premier. Il faudra également organiser l'équité de la concurrence industrielle.

Actuellement il n'existe pas de réglementation ni de cadre juridique pour répondre à ces questions.

En résumé il faudra définir quelles sont les données considérées comme publiques (par exemple toutes celles concernant la mobilité), les conditions de leur accès par le secteur privé (cahier des charges), les conditions de collecte de données complémentaires par ce dernier et les règles de concurrence.

Le respect de la vie privée est un élément majeur qu'il faudra également intégrer. En effet, si les STI permettent de recueillir beaucoup de données sur les déplacements, ils pourraient également, dans certains cas, être utilisés pour «espionner» les individus (ce serait possible par le biais de la télébilletique, du péage électronique, des véhicules traceurs...). Cet aspect est bien entendu déjà pris en compte, en collaboration avec la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), pour les systèmes existants, comme les péages électroniques sur autoroute.

## ■ L'adaptation des institutions et des acteurs

Les nouvelles technologies d'information et de communication impliquent des échanges d'information et de savoir de plus en plus vastes et ouverts. Les STI, qui en découlent, procèdent de la même logique.

Or, comme on l'a déjà mentionné, les systèmes en place sont souvent «propriétaires», chacun utilisant ses propres codes internes, selon le principe du chacun chez soi.

Si on veut profiter de toutes les potentialités des STI, voire ne pas les exclure dans certains cas, c'est tout un changement de culture et de mentalité qu'il faut amorcer : partager le savoir et l'information, accepter des systèmes ouverts, perdre un peu de pouvoir pour gagner en efficacité.

Les opérateurs de télécommunications sont puissants et c'est par leurs réseaux que doivent passer les informations et données des STI. Or, les transports ne sont ni leur priorité, ni leur métier. Ils devront évoluer et se rapprocher des exploi-

tants des réseaux et des constructeurs de véhicules et matériels. Les pouvoirs publics ont sans doute un rôle à jouer pour faciliter ces convergences.

Les industriels, eux, sont soumis à la concurrence internationale des Japonais et des Américains qui disposent d'emblée d'un marché national important. Il faut que les industriels français puissent investir le marché européen, et pour cela que les règles de concurrence européennes soient harmonisées et que des standards européens soient établis. Il faudrait qu'en préalable des règles claires aient été définies au niveau national, ce qui ne semble pas le cas aujourd'hui.

Au niveau régional, l'organisation des transports doit aussi évoluer pour tenir compte de l'existence des STI et faire en sorte d'en maximiser les effets.

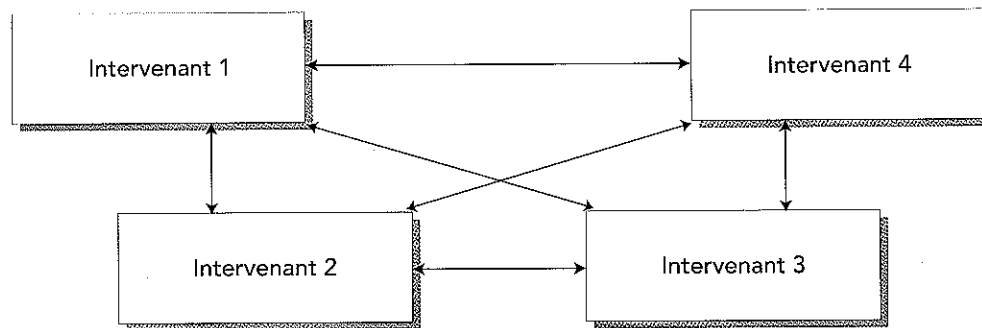
Actuellement, en Ile-de-France, les échanges de données et la coordination des actions de STI se font au coup par coup : par exemple, entre le SIER et la Ville de Paris, la SNCF et les entreprises privées de bus (mais sans la RATP). On sent bien qu'il manque au niveau régional un centre de coordination, ne serait-ce que pour standardiser la transmission des données et garantir l'interopérabilité des équipements.

Ce centre de coordination peut revêtir diverses formes selon le degré de formalisation institutionnelle, la volonté politique d'opérer une gestion globale des déplacements et les contraintes liées aux institutions préexistantes.

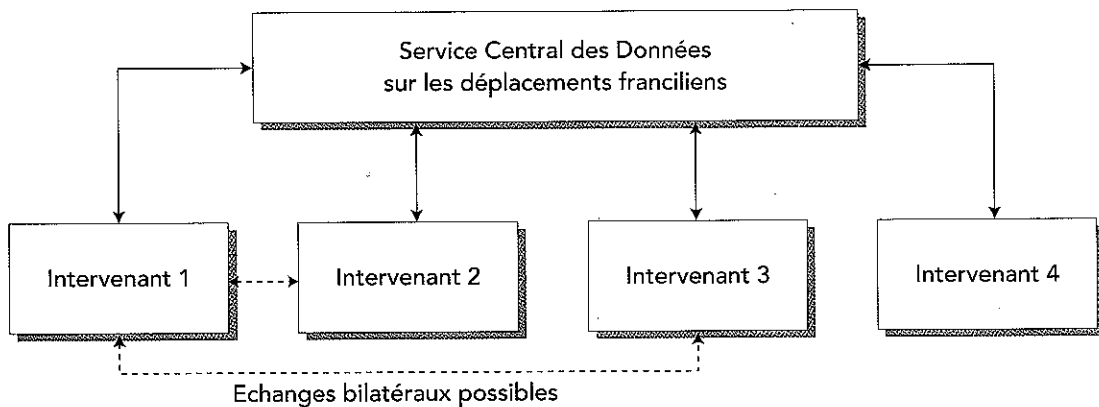
Le minimum serait d'organiser l'échange des données entre les intervenants, chacun conservant son pouvoir de décision et d'action dans son périmètre d'intervention. Un Service Central des Données sur les Déplacements franciliens géré par un tiers de confiance recevrait des divers intervenants (exploitants, départements,...) les données et informations qu'ils détiennent (hors celles à caractère commercial). Ce service leur redistribuerait l'ensemble de ces données, éventuellement retraitées. Les intervenants utiliseraient ces informations enrichies, pour améliorer leurs prestations. Ils resteraient maîtres de l'information à diffuser à la presse et au public, soit en le faisant directement, soit en autorisant le Service Central à le faire.

Ceci implique que tous les serveurs de ce réseau soient compatibles et inter-opérables. Les divers intervenants pourraient être incités à s'y conformer par des aides financières pour les équipements nécessaires.

### Schéma de fonctionnement d'un service central de données sur les déplacements franciliens



Situation actuelle : échanges de données bilatéraux



**Le service des données sur les déplacements regroupe et redistribue les données sans faire obstacle aux échanges de données bilatéraux**

Il y aurait évidemment un important travail de concertation à mener sur les données communicables et sur celles à considérer comme commerciales (non communicables).

Les intervenants pourraient ainsi se familiariser avec une nouvelle culture d'échange du savoir et prendre conscience de son intérêt tout en identifiant les problèmes opérationnels et leurs solutions. Le dispositif serait susceptible d'évoluer vers une coopération plus étroite et de s'orienter vers une gestion globale des déplacements.

Le Service Central des Données sur les Déplacements pourrait en outre être l'intermédiaire de mise à disposition de celles-ci auprès du secteur privé.

Ce montage n'interdit pas des échanges de données bilatéraux, comme cela se pratique actuellement.

Une solution plus ambitieuse serait de créer une sorte d'Agence Régionale des Déplacements

chargée de la gestion globale des déplacements, à l'instar du projet SGGD (Système de Gestion Globale des Déplacements) de l'agglomération toulousaine en cours de réalisation. (voir encadré)

Deux grandes agglomérations européennes se sont déjà dotées d'un système multimodal de gestion des déplacements : Munich (projet MOBINET, en cours) et surtout Turin (Système 5T ou «Telematics Technologies for Transport and Traffic in Torino»). Le système 5T est considéré comme le seul système européen, opérationnel, de gestion des déplacements urbains permettant une intégration des sous-systèmes allant de la supervision au contrôle, en passant par la planification.

Une démarche pragmatique serait de partir d'un Service Central des Données sur les Déplacements et de progresser pas à pas vers une gestion globale des déplacements ou, à tout le moins, une instance de coordination multimodale.

## Le Système de Gestion Globale des Déplacements (SGGD) de l'Agglomération toulousaine

source : documents envoyés par la Municipalité de Toulouse

Le SGGD de l'agglomération toulousaine résulte d'une convention de coopération signée en 1996 par les différents intervenants dans la gestion des réseaux de transport :

- l'État, et en particulier la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) et les forces de l'ordre ;
- le Conseil Régional Midi-Pyrénées ;
- le Conseil Général de la Haute-Garonne ;
- le District du Grand Toulouse ;
- la Ville de Toulouse ;
- le Syndicat Mixte des Transports en Commun ;
- le Centre d'Études Techniques de l'Équipement (CETE) du Sud-Ouest.

Par cette convention, les signataires ont mis en commun leurs compétences pour élaborer une gestion globale des déplacements, avec les objectifs suivants :

- l'optimisation des réseaux de transports construits ou à construire,
- le développement social régional et urbain,
- la protection du cadre de vie,
- l'innovation,
- la coopération, l'échange d'expériences dans le cadre national et européen.

Ce rapprochement a amené les parties prenantes à regrouper la plupart de leurs services dans un même bâtiment pour faciliter le dialogue et le travail : le « Campus Trafic ».

Le Conseil d'orientation du SGGD, coprésidé par le Préfet et le Président du District, décide des programmes d'activité et du budget. Il se réunit une à deux fois par an.

Le Groupe d'Échange Technique fait vivre la coopération au quotidien. Il se réunit fréquemment (en moyenne une fois par mois).

Les moyens humains du SGGD proviennent des structures des différents partenaires. À l'avenir il est possible d'envisager un personnel propre au SGGD.

L'organisation et le fonctionnement du SGGD se mettent progressivement en place autour de trois fonctions :

- une fonction « temps réel » : gérer les crises, optimiser les réseaux actuels, coordonner la gestion des déplacements, appliquer des politiques ou des plans prédéfinis,...
- deux fonctions « temps différé » :
  - le bureau d'études, qui prépare les décisions du temps réel et met au point les outils et procédures du SGGD.
  - L'observatoire, qui recueille toutes les données nécessaires aux travaux du bureau d'études. Par ailleurs le SGGD se positionne pour assurer les fonctions « d'agence de presse » vis-à-vis du public.

Exemples de réalisations en cours :

- expérimentation sur la priorité des bus aux feux tricolores ;
- gestion des perturbations programmées (événements sportifs, chantiers, ...) ;
- coordination de la gestion des voies rapides, entre la DDE, la Ville de Toulouse et ASF (Autoroutes du Sud de la France).

LE DÉVELOPPEMENT DES STI, À QUELLES CONDITIONS ?

# BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

## I – Ouvrages généraux

- [1] PIARC Committee on Intelligent Transport  
«ITS Handbook 2000» ARTECH House 1999.
- [2] Jean-Luc Ygnace et Etienne de Banville  
«Les systèmes de transport intelligent.  
Un enjeu stratégique mondial» -  
documentation française 1999.
- [3] CERTU «Les nouvelles technologies  
de l'information et de la communication  
Cahier technique 1» – Collections du CERTU  
(septembre 1999).
- [4] Maryvonne Boyon, Jacques Nouvier  
«Transport Intelligent – l'expérience  
française» Ministère de l'Équipement,  
des Transports et du Logement, CERTU,  
Mai 1999.
- [5] Revue RTS (Recherche Transports Sécurité)  
Spécial «Systèmes intelligents de transport»  
n°61 (octobre-décembre 1998)  
et n°62 (janvier-mars 1999).
- [6] Revue TEC (Transport Environnement  
Circulation) Numéro Spécial ITS Systèmes  
de Transport Intelligents  
n° 160 juillet-août 2000.
- [7] Revue Traffic Technology International.  
Revue bimensuelle – Voir en particulier  
le n° spécial «The 2000 International Review  
of Advanced Traffic Management».
- [8] ITS City Pioneers «ITS Planning Handbook.  
Intelligent city transport» ERTICO 1998.
- [9] KAREN «Framework architecture for ITS  
in Europe» Commission Européenne 2000.

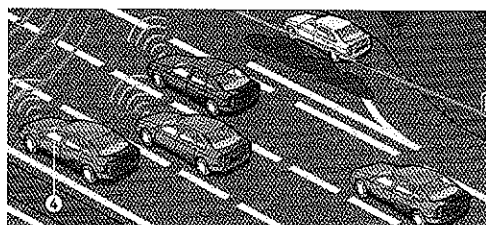
- [10] Paul Tucker «Intelligent Transport Systems.  
A review of technologies, markets and  
prospects» Financial Times Automotive 1998.
- [11] CEMT «Nouvelles technologies dans les  
transports – état d'avancement de la mise  
en œuvre des technologies» Avril 1998.
- [12] Le Monde interactif «Enquête : Sur la route  
des transports intelligents», Le Monde,  
8 mars 2000.
- [13] Ministère de la Construction du Japon  
«ITS Handbook 2000-2000», 2000.
- [14] Ministère des Transports du Japon  
«Advanced Safety Vehicle» Phase 2  
(1990-2000). Novembre 2000.
- [15] Brochure «The future of Transportation  
Starts here». Direction ITS du Ministère  
des Transports des USA – 1998.

## II – La route

- [16] Société SPIRAL «L'autoroute intelligente»  
ASFA 1999.
- [17] Günter Hörmandinger «Congested Roads,  
crowded markets. Profitable solutions  
for the automotive sector» Financial Times  
Automotive. 1997.
- [18] Laurent Meillaud «Guide de la voiture  
intelligente» PRO-COM SA – Septembre  
1998.
- [19] Laurent Meillaud «Guide de la voiture  
de l'an 2000» ETAI. Mars 2000.
- [20] Laurent Meillaud, Alain Schneider «Demain  
l'automobile» Prologos. Septembre 2000.
- \* [21] ADIT «La voiture du futur» Ministère  
de l'Équipement, des Transports  
et du Logement – Mai 2000.
- [22] Dossier de presse «Le premier portail  
Internet multi-accès pour l'automobiliste  
européen» Vivendi – PSA Peugeot-Citroën,  
1<sup>er</sup> mars 2000.
- [23] INRETS et al «Route automatisée. Analyse  
et évaluation d'un scénario d'autoroutes  
péri-urbaines. Synthèse des travaux  
effectués fin novembre 1999» INRETS.  
Novembre 1999.
- [24] Jean Orselli, Jean-Jacques Chanaron  
«Vers l'automatisation de la conduite.  
Les systèmes intelligents de transport»  
Paradigme - mai 2001
- [25] Groupe de réflexion sur l'automobile urbaine  
(coordinateur : Claude Lamure) «Automobiles  
pour la ville à l'horizon 2010» Ministère de  
l'Aménagement du Territoire et de  
l'Environnement – Presses de l'ENPC 1998.

### III – Les transports en commun et l'intermodalité

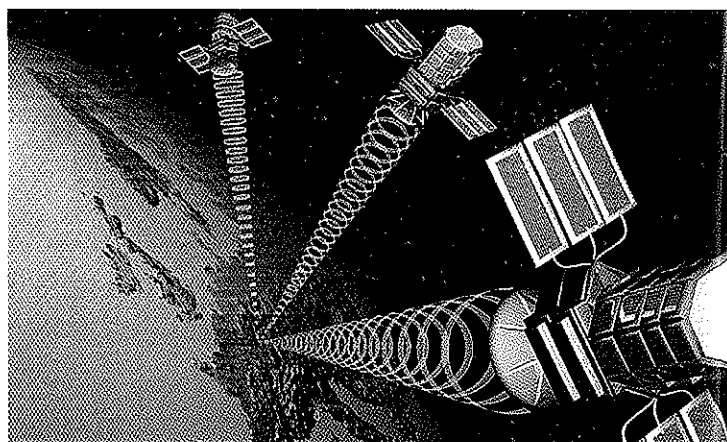
- [26] Revue Transport Public International  
Volume 49 – 2000/3 UITP Mai 2000.  
Articles sur la billettique et le téléphone  
mobile avec accès à Internet.
- [27] PREDIT-AFIV «Actions fédératives.  
Intermodalité voyageurs. Information-  
communication. Rapport final du groupe  
de définition» PREDIT juin 2000.
- [28] Philippe Louviau «Le programme  
d'expérimentation Francile»  
Le Rail 8 mars 2000.
- [29] André Ampelas, Sylvie Buglioni «Naissance  
d'un passe urbain européen : billettique –  
monétique – service». Revue générale  
des chemins de fer – avril 1999.
- [30] Eric Maunoir «Billettique – la carte à puce  
fait le grand saut» SNCF – Recherche.  
Mars-avril-mai 2000.
- [31] Françoise Duchézeau, Francis Vincent  
«Pour en finir avec le stress de l'attente»  
RATP savoir-faire n° 6, 1993.
- [32] André Ampelas, Michel Daguerregaray  
«Avec Altaïr, des voyageurs bien informés»  
RATP Savoir-faire n° 21, 1997.
- [33] Plaquette RATP «Bouquets de services ;  
Savoir faire étape dans un monde mobile...»  
RATP. Mai 1998.
- [34] Isaac Joseph «Gares intelligentes,  
accessibilité urbaine et relais de la ville  
dense» RATP-PREDIT – Novembre 1999.
- [35] Elisabeth Sével : «L'information  
des voyageurs en Ile-de-France», Revue  
générale des chemins de fer –  
Juillet-août 2000.
- [36] Dossier histoire d'une réussite  
«De 36.15 SNCF à voyages-sncf.com»,  
La vie du Rail, 12 juillet 2000.
- [37] Plaquette SNCF «Mask, multimodal-  
multimedia Automated Service Kiosk»  
Direction de la Recherche. Novembre 1997.
- [38] Véronique Clerc, Daniel Gauyacq «ECLER :  
un outil de supervision et de pilotage de  
ligne» SNCF Direction de la recherche  
(document de travail non daté).



### IV – Évaluation, conditions de mise en œuvre

- [39] Commission européenne «Socio-Economic  
impacts of telematics applications  
in Transport. Assessment of results from the  
1992-1994 transport telematics projects».  
Synopsis + Main document. Août 1997.
- [40] PIARC Committee on Intelligent Transport  
«ITS Handbook 2000» ARTECH House 1999  
(déjà cité) Voir chapitres 3, 4 et 5.
- [41] Transport Research Laboratory (UK) «Review  
of the potential benefits of road transports  
Telematics. Volume 2. Technical annex» TRL  
Report 220, 1996.
- [42] Commission Européenne – Mairie  
de Toulouse «Le projet Quartet Plus  
à Toulouse (1996-1997). Présentation  
des résultats» Avril 1998.
- [43] DREIF-SIER «Expérimentation de régulation  
d'accès sur l'autoroute A6 entre Ris-Orangis  
et Chilly-Mazarin – mai-juin 1999» DREIF.  
Septembre 1999.
- [44] Michel Frybourg, Jean Orselli «Évaluation  
technique sociale et économique de SIRIUS  
- Application au cas de SIRIUS Est» DREIF-  
SIER. Octobre 1996.
- [45] Séverine Maurin «Étude de l'impact des  
panneaux à messages variables diffusant  
des temps de parcours» Thèse. Juin 1998.
- [46] Patrick Olivero «Évaluation des impacts  
des systèmes. Mémento en 12 étapes»  
Cycle gestion de trafic et exploitation  
de la route – ENPC 10-12 mars 1998.
- [47] Ministère des Transports des USA  
(US-DOT/FHA) «Intelligent transport systems  
benefits: 1999 update» (28 mai 1999).
- [48] Simon Cohen «Exploitation et télématique  
routière. Éléments d'évaluation  
socio-économiques». Rapport INRETS  
n°232. Décembre 2000.

# QUELQUES SITES INTERNET



## États-Unis

[www.its.dot.gov](http://www.its.dot.gov) : site de la direction des systèmes de transport intelligents au sein du ministère des transports américain.

[www.itsa.org](http://www.itsa.org) : Site de l'Association ITSA («Intelligent Transportation Society of America») chargée de coordonner le développement des systèmes de transport intelligents aux États-Unis.

## Japon

[www.ists.go.jp/ITS/index.html](http://www.ists.go.jp/ITS/index.html) : site du Ministère de l'Urbanisme, des Infrastructures et des Transports (on peut y consulter l'intéressant «ITS Handbook 2000-2001», document bilingue japonais - anglais).

## Europe

[www.ertico.com](http://www.ertico.com) : site de l'association ERTICO (European Road Transport Telematics Implémentation Coordination Organization) chargée de coordonner le développement des systèmes de transport intelligents en Europe.

## France

[www.itsfrance.net](http://www.itsfrance.net) : site de l'association ITS France chargée de promouvoir le développement des systèmes de transport intelligents en France.

[www.equipement.gouv.fr](http://www.equipement.gouv.fr) : site du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Il n'y a pas encore de site dédié aux «Systèmes de transport intelligents», mais cela devrait faire suite à la création récente d'une Mission «Systèmes de Transport Intelligents».



[www.certu.fr](http://www.certu.fr) : site du «Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publiques».

[www.inrets.fr](http://www.inrets.fr) : site de «l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité».

[www.autoroutes.fr](http://www.autoroutes.fr) : site de l'ASFA (Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes).

[www.psa.fr](http://www.psa.fr) : site du constructeur automobile PSA Peugeot Citroën

[www.renault.fr](http://www.renault.fr) : site du constructeur automobile RENAULT

[www.ccfa.fr](http://www.ccfa.fr) : site du Comité des Constructeurs Français d'Automobiles

[www.infotrafic.com](http://www.infotrafic.com) : site d'information sur le trafic routier et calcul d'itinéraires

## Ile-de-France

[www.sytadin.equipement.gouv.fr](http://www.sytadin.equipement.gouv.fr) : site du SIER (Service Interdépartemental d'Exploitation Routière) donnant en temps réel l'état du trafic sur le réseau francilien de voies rapides

[www.stif-idf.fr](http://www.stif-idf.fr) : site du STIF (Syndicat des Transports d'Ile-de-France)

[www.ratp.fr](http://www.ratp.fr) : site de la RATP (Régie Autonome des Transports Parisiens). On peut y faire une recherche d'itinéraire en transports en commun (mais les réseaux des compagnies de bus privées ne sont pas inclus dans la base de données).

[www.sncf.com](http://www.sncf.com) : site de la SNCF (Société Nationale des Chemins de Fers Français), on peut y faire une recherche d'itinéraire uniquement en transports en communs ferrés (train, RER, métro, tramway).

[www.optile.com](http://www.optile.com) : site de l'OPTILE (Organisation Professionnelle des Transports d'Ile-de-France), association des compagnies de bus privées de transports en commun.

[www.citefutee.com](http://www.citefutee.com) : site commun SIER – RATP contenant des informations sur les transports en commun et la circulation routière

[www.montrajet.com](http://www.montrajet.com) : site expérimental de calcul d'itinéraire multimodal en temps réel



# GLOSSAIRE

**ALERT C** Protocole européen pour la modification des messages RDS-TMC (voir ce mot). Il permet la diffusion d'événements sur le réseau routier via la technologie radion.

**ALERT +** Extension du protocole européen ALERT C pour la codification des messages RDS-TMC (voir ce mot). Il permet la diffusion des temps de parcours et des états de trafic sur le réseau routier via la technologie radio, en plus des événements.

**AID** «Automatic Incident Detection» : système de détection automatique d'incidents sur le réseau routier.

**BLUETOOTH** Technologie qui utilise une liaison radio à courte distance pour faire communiquer des équipements périphériques et des ordinateurs, sans liaison filaire.

**CD-ROM** Compact Disc-Read Only Memory. Disque compact de technologie identique à celle des CD musicaux. Il stocke l'information mais ne permet pas les modifications de celle-ci car il est gravé une fois pour toutes.

**DAB** «Digital Audio Broadcasting» ou radio numérique : c'est un nouveau système de diffusion radio reposant sur la numérisation des sons. La qualité de réception est meilleure que la bande FM. La DAB permet également de transmettre du texte, des images, des données et même de la vidéo sur un poste radio-compatible.

**DARC** «Data Radio Channel» : sorte de super RDS (voir ce mot) qui permet, comme lui, la transmission de données en plus du programme radio.

**DSRC** «Dedicated Short Range Communications» : système de transmission de données par ondes ultracourtes entre un véhicule en mouvement et un équipement fixe de l'infrastructure routière.

**GP RS** «General Packet Radio Services» : technologie utilisant l'infrastructure actuelle du réseau GSM (voir ce mot) mais avec un débit douze fois supérieur (114 kbits par seconde au lieu de 9,6).

**GPS** «Global Positioning System» : système de localisation d'un objet mobile à partir d'un réseau de satellites, développé par le Ministère de la Défense américain (24 satellites). La précision est de l'ordre de 10 mètres.

**GSM** «Global System for Mobile communication» : standard européen de communication de voix et de données vers un équipement mobile (téléphone,...).

**HUD** «Head Up Display» ou «affichage tête haute» : système déjà utilisé dans les avions modernes, qui permet de projeter des images virtuelles dans le champ de vision du conducteur, au-delà du pare-brise, en surimpression de sa vision de la route.

PDA	«Personal Digital Assistant» ou «assistant personnel» : appareil tenant dans la main qui combine les fonctions de calcul, téléphone/fax et diverses applications informatiques (bases de données, agenda électronique, traitement de texte, ...). Certaines PDU utilisent la technologie de reconnaissance vocale.	SIRIUS	«Système d'Information pour un Réseau Intelligible aux USagers» : SIRIUS est un système d'exploitation des voies rapides de la Région d'Ile-de-France, mis en service à partir d'octobre 1993. Actuellement il est installé sur la moitié est du réseau de voies rapides (soit 350 km). SIRIUS diffuse en temps réel des informations aux usagers via des PMV (voir ce mot). Ces informations concernent les temps de parcours, les bouchons, les accidents et les travaux. Des messages spécifiques sont également diffusés dans des circonstances particulières (pics de pollution,...).
PMV	Panneau à Messages Variables : panneau fixe équipant la voirie sur lequel on peut diffuser des messages variables selon les conditions de circulation et les informations que l'exploitant souhaite communiquer aux automobilistes.		
RDS-TMC	«Radio Data System / Traffic Message Channel» ou «système de données par radio / canal de message de trafic». Le RDS est un système de communication à grande échelle qui permet de surimposer des informations digitales inaudibles sur des émissions radio normales en modulation de fréquence. Ces données peuvent être interprétées grâce à un autoradio muni d'un décodeur RDS. Le système RDS est normalisé au niveau européen et équipe déjà de nombreux autoradios. L'application la plus connue est l'accord automatique de la réception : l'automobiliste choisit sa station une fois pour toutes et n'a plus à modifier l'accord de son autoradio quand il change de zone de diffusion. La norme européenne TMC définit la manière d'utiliser le RDS pour diffuser aux usagers de la route des informations (état des routes, météo, conditions de trafic,...) soit sous forme sonore, soit sous forme visuelle, dans la langue maternelle de l'utilisateur. Un service RDS-TMC est en cours d'expérimentation en France. Dans un avenir proche il devrait être installé dans 14 pays européens.	UMTS	«Universal Mobile Telecommunications System» : nouveau standard européen de télécommunication vers les équipements mobiles qui, à la différence du GPRS (voir ce mot), nécessite de nouveaux équipements mais améliore considérablement les capacités de transmission : jusqu'à 2 millions de bits par seconde (bps) contre 9 600 bps pour le standard GSM (voir ce mot) existant (multiplication par plus de 200). L'UMTS permettra de transmettre, en plus de la voix et des données, des photos, des dessins, du son et de la vidéo.
		WAP	«Wireless Application Protocol» : système permettant de fabriquer des pages web destinées à l'Internet mobile et de les consulter grâce à un navigateur spécialement étudié.

## Personnalités auditionnées

1. Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement (METL)
  - a. Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC)  
M. Georges MERCADAL, Vice-Président
  - b. Direction des Transports Terrestres (DTT)  
M. Jean-François JANIN, chargé de la sous-direction stratégie, politiques intermodales
  - c. Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière (DSCR)  
M. Roger PAGNY  
Mme Marie-Claire de FRANCLIEU
  - d. Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction (DGHUC)  
Mme Anne BERNARD-GELY, chargée de la mission mobilité urbaine auprès du directeur général
  - e. PREDIT  
M. Michel ROUSSELOT, président du groupe «routes intelligentes»
  - f. Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA)  
M. Claude CAUBET, conseiller technique
2. Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)  
M. Simon COHEN, directeur de recherche  
M. Gérard SCEMAMA, directeur du Laboratoire Génie des Réseaux de Transports et Informatique Avancée (GRETA)  
M. Jean-Marc BLOSSEVILLE, directeur du Laboratoire sur les interactions véhicules-infrastructures-conducteurs  
Mme Marie-Hélène MASSOT, directeur de recherche  
Mme Marielle STUMM, chercheur
3. Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France (DREIF)  
Service Interdépartemental d'Exploitation Routière (SIER)  
M. Jean-Charles SANTUCCI, chef du groupe Études
4. Ville de Paris – Direction de la Voirie  
M. Bernard JAMES, chargé de la mission qualité et développements
5. Conseil Général des Hauts-de-Seine  
Direction Générale des Services Techniques  
M. Yves JOUVENEL, directeur de la division des équipements routiers  
M. Daniel KIMMEL, responsable technique SITER  
M. Arnaud DE JENLIS, ingénieur sécurité routière et gestion du trafic
6. Syndicat des Transports d'Ile-de-France (STIF)  
M. Philippe LOUVIAU, chef du projet télébilletique  
Mme Annick HAUDEBOURG, chargée de projet
7. COFIROUTE  
M. Guy FREMONT, chargé de mission Techniques Innovantes  
M. François MOLLE, chef du département Marketing-commercial  
M. Dominique RATOUIS, chargé d'affaires
8. PSA PEUGEOT-CITROËN  
Mme Anne RUTHMANN, direction de la recherche et de l'innovation automobile.
9. RENAULT  
M. Alain FELCE, direction du produit  
M. Alain SARIGNAC, chef du projet Carminat
10. Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP)  
M. Dominique LAFERRERE, directeur délégué à l'information voyageurs  
M. Philippe RICHY, chef de projet «Aigle Altaïr»  
M. Isaac JOSEPH, mission prospective, département du développement  
M. Jean-Jacques CHABANNE, information voyageurs, département commercial  
M. Yvon BONNARD, information voyageurs, département commercial
11. Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF)  
M. Henri DELTOUR, directeur commercial.  
Direction Ile-de-France  
Mme Elisabeth SEVEL, Direction Ile-de-France  
Mme Marie-Cécile SUTOUR, projets info@bord  
M. Jean-Noël TEMEM, responsable d'unité de recherche «nouvelles technologies de l'information et de la communication»  
M. Daniel GAUYACQ, responsable unité de recherche «génie décisionnel et analyse systémique».  
Mme Christelle LERIN, unité de recherche «génie décisionnel et analyse systémique».
12. Association multimodale pour l'information des voyageurs en Ile-de-France (AMIVIF)  
M. Michel PREVEL, directeur
13. France Télécom  
M. Robert CHASSANG, DIVOP, directeur stratégie et finances
14. Médiamobile  
M. Philippe WANG, directeur général
15. Webraska Mobile Technologies  
M. Franck LIBERGE, chef de produit
16. CGEA Transport  
M. Claude ARNAUD, directeur de la recherche
17. Carte Blanche Conseil  
M. Gildas BAUDEZ, directeur

De nombreuses autres personnes ont été contactées par téléphone soit pour recueillir de la documentation, soit pour obtenir des noms de personnes à rencontrer.