

# Rapport de synthèse – Perspectives dans le domaine des véhicules traceurs

Projet de recherche SERRES

Version du 01/09/14  
Auteur : Cristina Buraga  
Relecture et compléments : Marie-Amélie Horvath, Thomas Courbon  
Cerema / DTerMed / PCI CTAA

# SOMMAIRE

<b>1 Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Éléments de contexte.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Les véhicules traceurs.....</b>	<b>5</b>
3.1 Définition.....	5
3.2 Architecture de recueil.....	5
<b>4 Utilisation pour la mesure du trafic.....</b>	<b>7</b>
4.1 Traceurs continus embarqués.....	7
4.2 Traceurs continus nomades.....	8
4.3 Traceurs point à point.....	10
4.4 Mesures de trafic possibles.....	10
4.5 Importance de la qualité des données GNSS.....	12
<b>5 Domaines d'application des véhicules traceurs.....</b>	<b>14</b>
5.1 Gestion et exploitation de trafic.....	14
5.2 Information trafic.....	15
5.3 Sécurité routière.....	15
<b>6 État des offres commerciales existantes en France et en Europe.....</b>	<b>17</b>
<b>7 Évolution et avenir des services de mesure de trafic.....</b>	<b>20</b>
<b>8 Problèmes techniques, méthodologiques et organisationnels soulevés.....</b>	<b>22</b>
<b>9 Positionnement des acteurs publics.....</b>	<b>24</b>
<b>10 Conclusions et perspectives.....</b>	<b>25</b>
<b>Bibliographie :.....</b>	<b>26</b>
<b>Glossaire .....</b>	<b>27</b>

## 1 Introduction

Le présent document s'inscrit dans les produits de valorisation de l'opération de recherche SERRES (Solutions pour une Exploitation Routière Respectueuse de l'Environnement et de la Sécurité), qui s'est déroulée entre 2010 – 2013. Un des axes d'étude de ce projet d'envergure porte sur les Nouvelles métrologies du trafic avec l'objectif d'améliorer les connaissances sur les capteurs de trafic mobiles, en particulier les Véhicules Traceurs (VT).

Ce domaine bénéficie du progrès des technologies de positionnement, de communication et de l'informatique d'une part, et d'autre part du déploiement à une large population des moyens mobiles de recueil et de transmission des informations grâce au réseau Internet.

L'avènement de l'Internet mobile en parallèle de la prolifération des terminaux de géolocalisation, a favorisé le fonctionnement des nouvelles technologies en mode coopératif pour la remontée des informations de trafic par les usagers-mêmes (*crowdsourcing*, tendance en forte progression) et le traitement de masse des données (via le *cloud*).

Les études menées jusqu'à présent pour la mise en œuvre des systèmes basés sur les capteurs embarqués et nomades, ont pris ainsi une nouvelle dimension pratique grâce aux expérimentations réalisées "en grandeur nature". Ils associent fréquemment plusieurs méthodes d'acquisition et de construction des données.

D'une manière générale, les innovations dans le domaine de la mobilité surviennent dans un contexte lié au développement durable mais également de contraintes budgétaires, concernant la maintenance des équipements routiers notamment. Ces nouveautés sont donc fortement encouragées par les politiques publiques en tant que moyens alternatifs aux dispositifs classiques déployés.

Ces évolutions ont été mises en évidence lors du séminaire Véhicules Traceurs du 23 mai 2013 au Certu à Lyon, qui a réuni des chargés d'études, chercheurs, fournisseurs de données et gestionnaires routiers. Afin de montrer l'apport de ces technologies pour la gestion des déplacements, l'accent a été mis sur la construction et la diffusion des informations de trafic, en particulier les applications liées au calcul du Temps de Parcours.

Dans la continuité des activités de recherche et d'expérimentation, ce rapport de synthèse constitue un travail d'harmonisation des connaissances précédentes à partir de l'état de l'art des technologies à l'instant donné et des témoignages de gestionnaires sur les applications des véhicules traceurs obtenus durant le projet Serres.

## 2 *Éléments de contexte*

Les enjeux économiques et environnementaux actuels doivent prendre en compte une meilleure gestion des réseaux de transport, en évitant l'extension des infrastructures routières, mais en augmentant leur niveau de service rendu grâce aux Systèmes de Transport Intelligents STI (ITS en anglais).

Dans ce cadre, le progrès technologique a permis d'ouvrir des nouveaux axes de développement pour les capteurs mobiles en complément des dispositifs traditionnels, afin de répondre aux besoins actuels en matière de gestion de trafic, en tout point et en temps réel.

Actuellement de nombreuses applications ITS utilisent un terminal de géolocalisation embarqué, ce qui a rendu possible l'utilisation de la position pour des mesures de trafic. On peut supposer que cette technologie sera la méthode privilégiée d'information de trafic à l'avenir, malgré les problèmes d'organisation et de modèles économiques encore immatures.

Ces dispositifs innovants permettent d'obtenir des données non seulement sur l'utilisation des véhicules particuliers, mais sur un ensemble de modes de déplacement, tels que le covoiturage, les transports en commun, les trains ou autres. On parle de mobilité intelligente en se référant à l'ensemble des systèmes développés pour améliorer la gestion et l'information routières.

Un panorama des capteurs de recueil a été élaboré au sein du RST (réseau scientifique et technique), pour recenser les technologies, en tenant compte de leur complémentarité et de leur adéquation par rapport aux domaines d'emploi pour la gestion de trafic, la sécurité routière ou la diffusion des informations.

Les capteurs fixes les plus déployés restent les boucles électromagnétiques réputées fiables et couvrant une large gamme de mesures avec de bonnes précisions (débits, vitesses, longueurs, silhouettes, temps de présence, taux d'occupation, distance / temps inter-véhiculaire...).

Des dispositifs basés sur des technologies différentes (vidéo, radar, laser, piézoélectrique, ...) sont utilisés pour des besoins spécifiques ou plus complexes, comme les mesures de charge, les études des trajectoires, la gestion dynamique des voies, la détection automatique d'incidents ou de bouchons (DAI, DAB), etc.

Les capteurs mobiles embarqués ou nomades, associés aux véhicules qui deviennent traceurs, permettent d'enrichir le panel des mesures de trafic avec de nouvelles applications en temps réel : calcul d'itinéraire, informations sur les déplacements, estimation des temps de parcours, détection d'événements etc.

## 3 Les véhicules traceurs

### 3.1 Définition

On qualifie généralement de traceur tout véhicule inséré dans la circulation et susceptible d'être *identifié* et *localisé* de manière automatique à l'aide d'un capteur mobile. D'autres appellations similaires existent : véhicules sondes, flottants...

Les capteurs peuvent être embarqués dans des véhicules ou nomades comme les navigateurs (PND *Personal Navigation Device* appelés par abus de langage GPS) et par extension les téléphones cellulaires, les ordinateurs ou autres dispositifs portables ayant cette fonctionnalité (anciennement les PDA *Personal Digital Assistant* ou plus récemment les tablettes PC).

D'un point de vue de l'exploitation routière, ces systèmes permettent d'acquérir des informations en temps réel et leurs vitesses caractérisent l'écoulement du flot de circulation. Ils constituent donc, dès qu'une proportion suffisante de véhicules est équipée, une source potentielle de données pour les systèmes d'information et de gestion du trafic.

La nomenclature rencontrée dans la littérature anglo-saxonne permet de distinguer les données issues des capteurs mobiles :

- FCD (*Floating Car Data*) : données flottantes liées aux véhicules traceurs proprement-dits grâce à des dispositifs embarqués (système de navigation, autre « boîte noire » ...)
- FMD (*Floating Mobile Data*) : données obtenues par repérage des téléphones mobiles (GSM) associés à tous les modes de déplacement : voiture, TC, trains, vélo, piétons etc.

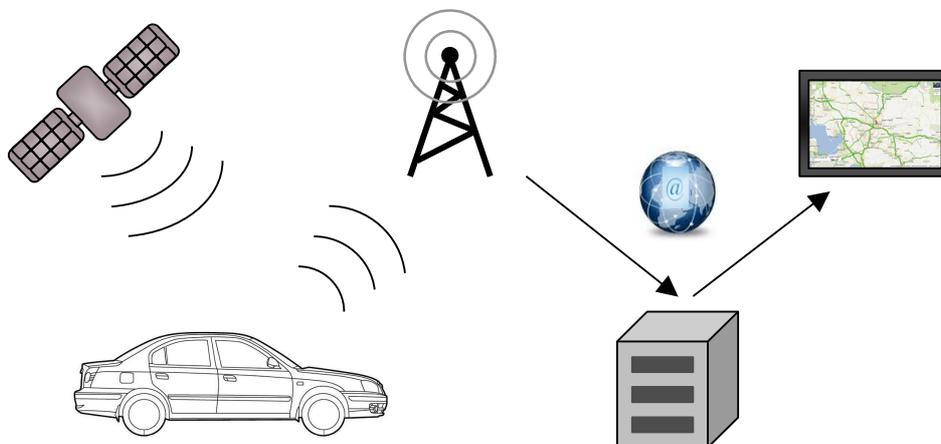
Cependant dans ce document, la classification des traceurs employée dépend des technologies de recueil (**traceurs continus / point à point**), décrites plus loin. Même si l'étude reste centrée sur les capteurs liés aux véhicules, elle s'intègre dans le cadre plus large de l'intermodalité au niveau des applications de trafic.

### 3.2 Architecture de recueil

Un système de véhicules traceurs est généralement constitué des composants suivants

- des **véhicules** qui suivent le flot de circulation et sont munis de dispositifs embarqués comprenant, entre autres :
  - un module de localisation.
  - un système de communication avec un centre de traitement.
- un **média** de communication sans fil (réseau de téléphonie mobile ou Internet).
- un **système central** pouvant entrer en liaison avec les véhicules traceurs, chargé de recueillir et d'exploiter les positions recueillies en vue d'applications variées.

Le processus de recueil des données à partir des véhicules traceurs, est illustré ci-dessous :



*Illustration 1: Chaîne de recueil des données mobiles  
(géolocalisation par satellite et transmission via les télécoms)*

La position du véhicule est relevée à des intervalles réguliers, grâce aux capteurs présents à bord, par différentes méthodes de localisation (ici par satellite) décrites dans le paragraphe suivant. Cela permet de calculer des paramètres de trafic en local ou d'envoyer les informations vers un centre de traitement, par l'intermédiaire d'un moyen de transmission sans fil.

Le traitement réalisé via un serveur central ou Web, permet le contrôle des données reçues, l'élaboration des mesures de trafic (débit, vitesse, temps de parcours, etc.) et la diffusion auprès des usagers ou exploitants. Les bases de données constituées en temps réel ou différé, servent à intégrer sur une carte des informations géo-localisées (itinéraires, signalisation, trafic, accidentologie ...) par *map-matching*.

Ces systèmes peuvent être utilisés en temps réel et en temps différé à des fins d'exploitation routière. Le suivi des véhicules permet en effet de compléter le recueil de données provenant d'installations fixes ou dans des secteurs où des équipements de terrain font parfois défaut.

## 4 Utilisation pour la mesure du trafic

La localisation des véhicules peut se faire selon plusieurs techniques basées sur le positionnement par satellites (GNSS), la téléphonie mobile (GSM), mais également par signalement au droit d'un repère fixe (bornes ou relais).

Compte-tenu des méthodes de recueil, on peut distinguer 2 approches des véhicules traceurs selon le point de mesure :

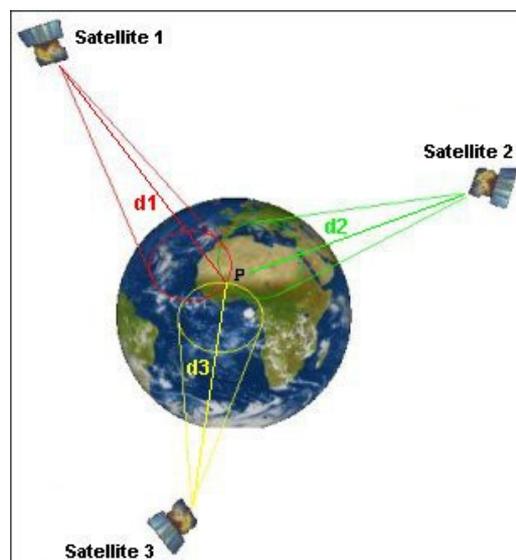
- en continu : dispositifs embarqués ou nomades (GNSS, GSM).
- point à point : balises et relais (Bluetooth, Wi-Fi, RFID).

### 4.1 Traceurs continus embarqués

Les traceurs continus embarqués (de type GNSS) sont basés sur le positionnement par satellite grâce à des récepteurs qui permettent de connaître la position géographique des véhicules par rapport à une infrastructure routière. Couverture, fiabilité, disponibilité, précision peuvent avoir des performances variables. Cette technologie présente l'avantage d'une localisation globale, continue et relativement précise (de quelques dizaines de mètres à quelques mètres selon les corrections utilisées), sans coûts directs pour les usagers.

Le GNSS est le système global de navigation à usage civil, utilisant les constellations existantes de satellites : GPS (US, opérationnel depuis 1995 et le plus répandu à l'heure actuelle), GLONASS (Russie, opérationnel depuis 2010), BEIDOU (Chine, en développement), GALILEO (Europe, planifié en cours).

Le récepteur embarqué dans le véhicule reçoit les signaux en provenance de plusieurs satellites (minimum 4), pour déterminer les coordonnées géographiques (longitude, latitude, y compris altitude) en se basant sur le principe de l'heure de l'arrivée et fournir la référence de temps, car la précision de localisation dépend de la synchronisation des horloges internes.



*Illustration 2: Positionnement par satellites*

Le récepteur peut être interfacé à un ordinateur muni d'un logiciel cartographique pour l'intégration des données de positionnement par rapport au réseau routier. Il peut être également couplé à un système de communication qui retransmet la position à une centrale de navigation pour gérer ou surveiller le déplacement des mobiles.

Différentes techniques plus ou moins complexes, permettent d'améliorer la précision de localisation (qui peut aller jusqu'à 1m), comme le DGPS (GPS différentiel) qui consiste à exploiter les données de récepteurs terrestres de référence fixes dont la position est connue (précision centimétrique). Il est également possible d'utiliser d'autres capteurs présents dans le véhicule (compas, tachymètre, odomètre, gyromètre...) via le *bus CAN*, pour affiner la précision ou pour des mesures complémentaires (sens du déplacement notamment).

Les principaux inconvénients du positionnement par satellite résident dans les dégradations de signal en milieu urbain (densité importante du bâti) ou abrité (tunnels). Ces écarts de couverture peuvent être comblés au moyen d'un recalage cartographique qui suppose que les véhicules restent sur l'itinéraire initial, sauf cas particuliers (déviations, stationnement).

Par ailleurs le *map-matching* peut s'avérer difficile, selon la topologie du réseau routier qui peut être complexe, en particulier en zone urbaine (routes parallèles, parkings, etc.).

## 4.2 Traceurs continus nomades

Les traceurs continus nomades (de type GSM) sont basés sur la localisation cellulaire des téléphones portables : leur position est repérée dans des cellules du réseau mobile, de différents rayons selon le type de zone (quelques centaines de mètres en urbain ou quelques dizaines de km en rural). La trajectoire peut être suivie grâce au *roaming* (itinérance) qui permet l'adaptation à l'ensemble des fréquences de cellules et au *handover* (transfert inter-cellulaire) qui permet la continuité des communications et la localisation à la frontière des cellules (zone de recouvrement).

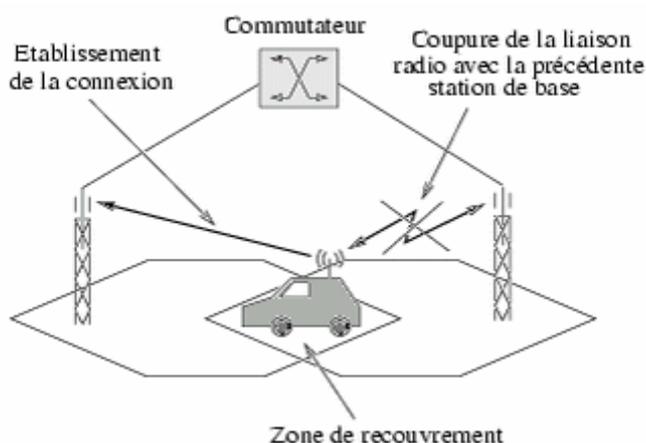
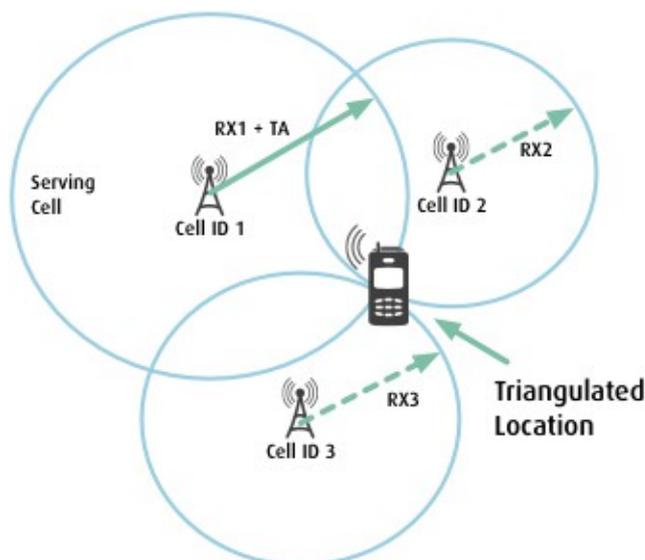


Illustration 3: Positionnement via GSM par identification des cellules

En effet, le mode de fonctionnement des réseaux GSM impose à l'opérateur de pouvoir situer géographiquement chaque téléphone afin de router tout appel entrant vers lui. Des

informations concernant chaque terminal, en particulier les codes d'identification des appareils, sont intégrées dans une base centralisée, mais aussi dans une base locale attachée aux cellules les plus proches du téléphone.

Il est ainsi possible de connaître la position du téléphone, avec la précision de la cellule (*Cell-ID* identification cellulaire) et l'affiner pour des zones plus réduites (*Enhanced Cell-ID*) selon différents procédés : compensation du temps de propagation des ondes (*Time advance*) sur des distances suffisamment grandes (pas en urbain), mesure des distances relatives entre plusieurs cellules voisines en forçant le changement de relais ou autre. A partir de ces distances, on obtient l'emplacement du téléphone par triangulation, au point de croisement des 3 cellules voisines (ce qui nécessite une bonne synchronisation du réseau).



*Illustration 4: Positionnement via GSM par triangulation*

L'estimation des trajets des véhicules se fait par l'intégration des séries de positions datées sur un réseau routier, qui permet de déduire les paramètres de trafic.

La méthode de localisation GSM est très rapide car elle nécessite peu de calculs. Elle est cependant moins précise que les méthodes de positionnement par satellites (de l'ordre de 10m, selon la densité des stations et l'environnement). Son principal atout repose sur le nombre potentiellement élevé d'utilisateurs, mais cela nécessite un travail important de filtrage des données hors-sujet (vélos, piétons) pour fournir des informations représentatives du trafic. Les performances dépendent du réseau (nombre d'abonnés, couverture surtout en zones rurales ou isolées, disponibilité des téléphones) et des conditions de transmission (débits et risque de saturation, interférences). Par ailleurs, les mesures sont fortement influencées par les conditions de circulation, notamment en cas de fort trafic et perturbations.

Une technique connexe est l'analyse des signatures électromagnétiques des téléphones permettant une localisation plus précise, via des interfaces spécifiques qui utilisent des algorithmes de recherche du maximum de corrélation par rapport à une base de données et des antennes relais nouvelle génération (études en cours).

### 4.3 Traceurs point à point

Les traceurs point à point sont basés sur l'identification des véhicules grâce à des capteurs embarqués indépendants (badges, tags, etc.) ou intégrés à d'autres dispositifs de transmission sans fil à moyenne portée (Bluetooth, Wi-Fi, RFID), et au moyen d'une infrastructure adaptée (bornes, relais, péages).

Le principe consiste à enregistrer en des points spécifiques du réseau routier, les paramètres horodatés liés à l'identification du véhicule ; la mise en correspondance des points de mesure permet de déduire les données de trafic.

Néanmoins en dehors des zones de réception, l'information de positionnement est inexistante ou disponible par intermittence. Les sources d'erreurs proviennent des incohérences de synchronisation, des détections multiples, ainsi que du filtrage des données selon le type d'utilisateur (vélo, bus).

Les technologies Wi-Fi, Bluetooth peuvent constituer un complément au positionnement par satellites en zones urbaines, voire en intérieur pour le suivi des parcours multi-modaux. L'enjeu serait de pouvoir fusionner ces différentes données pour concevoir des solutions multi-modales et multi-environnements (ouverts / abrités).

La technologie RFID reste réservée aux voiries équipées de péages ou des portiques de signalisation (PMV) et ne peut pas être déployée de manière généralisée sur le réseau secondaire. En revanche, sur un réseau bien identifié, son utilisation serait possible à l'image de la taxe transit poids-lourds (Eco-taxi).

### 4.4 Mesures de trafic possibles

#### 4.4.1 Typologie

Les mesures sont fondamentalement différentes selon qu'il s'agisse de traceurs continus ou point à point.

Elles peuvent être déduites en temps réel ou différé, en local par le véhicule traceur ou au niveau central via un serveur de traitement.

La mesure de base des **traceurs continus** est la position relevée à des fréquences régulières qui permet de déduire les trajectoires des véhicules. Cependant pour des raisons pratiques et économiques (coût des transmissions), les mesures sont remontées à une faible fréquence. Par exemple un envoi toutes les minutes suffit aux besoins de l'exploitation routière.

A partir des données de positions, de vitesses relevées régulièrement et géo-localisées, filtrées et projetées sur le réseau routier par map-matching, on peut calculer le nombre de véhicules traceurs, les vitesses instantanées et moyennes, le sens du déplacement, l'accélération et les temps de parcours sur une section donnée.

Il n'est possible de recueillir que les mesures caractérisant les véhicules traceurs et non pas le flux complet de trafic (pas de débits ou taux d'occupation) car le recueil ne concerne qu'une partie des véhicules. Il faut donc tenir compte du taux de pénétration des véhicules traceurs pour permettre d'interpréter le trafic global ou plutôt l'analyse des aléas de circulation.

Des mesures complémentaires sont possibles par croisement avec les données issues d'autres capteurs (état de chaussée, comportement du conducteur, météo, pollution, etc.).

L'exploitation des données flottantes pour la gestion du trafic reste complexe car il faut au préalable identifier l'axe routier sur lequel le véhicule se déplace et son sens de circulation. Les données précises comme la localisation spatiale et la fréquence des transmissions des données peuvent parfois être insuffisantes pour différencier les axes parallèles par exemple) (besoin de précision temporelle, pour la fréquence des transmissions).

Afin d'améliorer la précision de localisation par satellite ou téléphones (traceurs continus), il est possible d'associer d'autres capteurs embarqués (odomètre, gyromètre) ou des repères fixes (comme les traceurs points à point).

Les **traceurs point à point** permettent de transmettre les données des véhicules à des endroits définis, les mêmes pour tous les véhicules, générant des informations cohérentes sur plan spatial. En plus des mesures directes (horodates, débits, vitesses) on peut calculer par corrélation, les vitesses moyennes et les temps de parcours. Cependant leur zone d'action restant limitée, ils ne peuvent renseigner que partiellement (selon le taux d'équipement des véhicules) sur les données concernant le trafic sur un tronçon (vitesse moyenne, temps de parcours).

#### 4.4.2 Usages temps réel / différé

Les mesures issues des traceurs peuvent être utilisées de différentes manières : pour analyser le trafic en temps différé qui nécessite de grandes capacités de stockage et de traitement, ou pour la gestion du trafic en temps réel qui exige une précision temporelle (sur la fréquence de recueil et de transmission).

Sur les aspects **temps différé**, les positions et les vitesses des véhicules peuvent être utilisées pour calculer et analyser les temps de parcours moyen sur des tronçons de routes, afin de mieux mettre en place les actions pour améliorer les conditions de circulation (par exemple un système de régulation des vitesses). A posteriori l'information des traceurs peut être utilisée pour l'analyse, l'étalonnage et l'évaluation des systèmes de gestion de trafic.

Coté **temps réel**, les données peuvent être utilisées pour la surveillance du trafic, les calculs de temps de parcours, la détection et le suivi des incidents. L'intérêt vient du fait que les mesures peuvent être faites sur des tronçons qui font partie des périmètres de plusieurs gestionnaires routiers (itinéraires alternatifs).

Avec l'augmentation du nombre de véhicules connectés, il est possible d'obtenir des vitesses en temps réel pour chaque segment de 200m le long du réseau, ce qui permet la détection d'incident par l'analyse des chutes de vitesse sur une partie du réseau routier. Une fois l'incident détecté, on peut suivre l'évolution de la longueur de la congestion, le calcul des temps de traversée de la perturbation et la fin de l'événement détectée par un retour à un état de fluidité des vitesses.

## 4.5 Importance de la qualité des données GNSS

L'ensemble des applications de transport utilisant des systèmes embarqués ou fixes, à destination publique ou métier, peuvent être classifiées selon le degré de priorité exigé : **urgence, information, confort**.

Il s'agit d'évaluer les mesures produites par les différentes techniques selon l'usage fait en temps réel ou différé. En effet, les données nécessaires à des services d'urgences (mettant en jeu la sécurité des personnes ou à caractère réglementaire) ont besoin d'une très bonne qualité de mesure (localisation, synchronisation, horodatage) et de service (rafraîchissement, disponibilité, fiabilité). Les informations concernant les temps de parcours en trafic fluide (le cas des congestions relevant du caractère d'urgence) requièrent moins de précision de localisation, rafraîchissement..., au moins pour l'affichage vers l'utilisateur.

Ceci implique de la part des gestionnaires routiers de bien identifier les besoins et d'adapter les moyens de mesure selon l'exigence requise, en tenant compte qu'en cas de mauvais fonctionnement d'un système d'alerte par exemple, ils seront responsables des conséquences d'une telle défaillance.

La qualité des mesures dépend principalement du nombre de données, en particulier du seuil minimum nécessaire selon les mesures souhaitées. D'autres facteurs interviennent comme le taux d'équipements intégrés dans véhicules ou sur l'infrastructure, des conditions de trafic (meilleure probabilité pour détecter un bouchon en plein jour que pour un incident en pleine nuit). Il faut également tenir compte de la fréquence du recueil selon les applications en temps réel ou différé, de la continuité dans le temps suivant les plages horaires et de la continuité dans l'espace selon la couverture du réseau.

Dans ce contexte, les informations construites à partir des véhicules traceurs ne sont pas encore assez fiables pour assurer des fonctions d'urgence en tout temps et tout point. Cependant, si leur nombre est suffisant, elles complètent celles issues des autres capteurs (parfois sur des tronçons non-équipés), pour confirmer une tendance en temps réel sur une courte période, par exemple sur la survenance d'une congestion ou d'un incident.

### 4.5.1 Paramètres de qualité

Les principaux paramètres qui permettent d'évaluer les mesures produites par les véhicules traceurs sont détaillés ci-dessous. En effet, la qualité des données repose sur la combinaison des quatre critères suivants : *intégrité, précision, disponibilité et continuité de service*.

L'**intégrité** est définie comme la propriété d'une donnée n'ayant subi aucune altération, pendant son stockage ou pendant un transfert. Dans le contexte des systèmes de navigation par satellites, la notion d'intégrité renvoie à la notion de confiance que l'utilisateur peut avoir dans l'information fournie par le système. A ce titre, l'intégrité est l'un des paramètres permettant de caractériser les performances d'un système GNSS. Le degré de confiance requis doit rester élevé, à titre d'exemple : moins d'une erreur tous les six mois, moins d'une erreur non détectée par la fonction de surveillance tous les 50 ans.

La **précision** correspond à l'écart entre la valeur mesurée et la valeur réelle de la position, de la vitesse ou du temps. Dans le cas des systèmes statistiques comme le GNSS la précision est exprimée à 95%.

La précision de localisation dépend du nombre de satellites en vue, de la précision des mesures de distance du récepteur et de la qualité de la synchronisation des satellites. Une erreur d'un mètre sur la position des satellites ou une erreur de 3 ns sur leur synchronisation peut faire perdre 2m en précision de localisation. Des algorithmes complexes tiennent compte des forces externes qui peuvent perturber la dynamique des satellites (attraction terrestre, solaire et lunaire ; marées océaniques, etc.) et corrigent toutes les erreurs affectant les horloges des satellites (biais de phase ou de fréquence). Ils permettent également de compenser les sources d'erreurs qui affectent les mesures de distance, comme les délais de propagation des signaux dans les différentes couches de l'atmosphère ou les perturbations des signaux (trajets multiples, brouillage) autour des stations.

La **continuité** renvoie à la capacité d'un système à accomplir sa fonction sans interruption pendant l'opération prévue. La continuité est la probabilité pour qu'à partir du moment où les critères de précision et d'intégrité sont remplis au début d'une opération, ils le restent pendant la durée de l'opération.

Cela implique que les données produites par le système GNSS et transmises via un réseau de télécommunication mondial, sont traitées et envoyées aux stations de liaison montante sans aucune interruption. Une architecture redondante complexe est mise en œuvre pour cela.

La **disponibilité** est le pourcentage du temps où, sur une certaine zone géographique, les critères de précision, d'intégrité et de continuité sont remplis.

La disponibilité de la fonction d'intégrité est l'un des principaux facteurs dimensionnant de conception d'un système, qui réclame la redondance active de la plupart des équipements, des mécanismes de commutation efficaces et une haute fiabilité à tous les niveaux.

Ces quatre paramètres sont interdépendants, avec une forte interaction entre eux :

Il existe par exemple un compromis à trouver entre continuité et intégrité. En effet, le système peut être considéré en défaut lorsqu'une alerte est émise alors que l'erreur sur la position de l'utilisateur reste en dessous d'un certain seuil (problème de continuité) ou bien lorsque l'erreur sur la position de l'utilisateur dépasse ce seuil sans que l'utilisateur en soit prévenu à temps (défaut d'intégrité). Il s'agit dans ce cas du réglage entre probabilité de fausse alarme et probabilité de détection manquée.

De même si ce seuil sur la position devient moins contraignant la disponibilité est améliorée.

Voici à titre de comparaison, les performances (approximatives) globales des différents systèmes de positionnement par satellites :

- GPS : le système civil américain fournit une précision de 5 mètres dans 95% des cas mais sans garantie de continuité ni d'intégrité.
- GALILEO : le système européen offrira plusieurs niveaux de service selon les besoins des utilisateurs : le service ouvert (précision horizontale de 1 mètre dans 99.5% des cas mais sans garantie), le service sécurité de la vie (réservé aux applications de transport maritime et aviation), le service commercial (payant, pour des clients nécessitant des performances supplémentaires en terme d'intégrité) et le service pour utilisation gouvernementale.

## 5 Domaines d'application des véhicules traceurs

Les données de position issues des terminaux embarqués permettent d'alimenter plusieurs fonctions de base sur lesquelles s'appuient les différentes applications de transport :

- Gestion et exploitation de trafic (mesures de trafic, détection d'événements, suivi de trajectoires, régulation dynamique).
- Information trafic (cartes traficolor, itinéraires alternatifs, transport multi-modal).
- Sécurité routière (dispositifs d'alerte, interventions d'urgence, signalisation, respect de la réglementation et contrôle automatisé).
- Aide à la conduite (navigation et guidage des véhicules).
- Autres : suivi de flottes de véhicules, transport de marchandises, télépéage (tarification au km parcouru), transport urbain (régulation de trafic, stationnement) etc.

Ce document cible plus particulièrement les mesures fournies par les différents systèmes pour la connaissance de trafic.

### 5.1 Gestion et exploitation de trafic

Les **temps de parcours** (TP) et les **vitesse moyennes** (VM) calculés renseignent l'exploitant sur les niveaux de circulation (fluide, dense, saturé) des axes supervisés, qui peuvent être représentés sur un synoptique de type traficolor. Le calcul des TP passe par le développement d'applications informatiques dédiées au traitement des données récoltées entre deux points d'un tronçon. L'analyse a posteriori des temps de parcours peut contribuer à la connaissance des conditions de circulation et à la mise en place des actions en matière d'exploitation.

La localisation par satellite "pure", servant communément à la gestion des flottes de véhicules, peut être utilisée pour réaliser des mesures des temps de parcours. Elle permet donc d'avoir connaissance des états de trafic en temps réel. Cependant, les positions absolues brutes peuvent être correctes, mauvaises ou ne pas être disponibles du tout. Dans la recherche de temps de parcours fins, l'absence de données est pénalisante ; c'est pourquoi les systèmes de localisation par satellites sont insuffisants s'ils sont utilisés seuls.

La localisation par la technologie GSM reste imprécise et dépend de l'implantation existante des antennes des cellules et de l'utilisation des téléphones portables, plutôt destinée pour la détection des congestions et d'incidents.

Les temps de parcours peuvent également être exploités pour la **détection automatique d'incidents** (DAI), si le temps de parcours moyen par tronçon et pour une tranche horaire donnée (ex : 15mn) excède un certain intervalle de confiance. Le taux de détection associé à cette méthode est comparable à celui des capteurs traditionnels, en revanche le taux de fausses alarmes est beaucoup plus élevé (plus de 5% contre moins de 2%).

Les **temps inter-véhiculaires** (TIV), entre deux véhicules équipés successifs, peuvent également donner une idée du niveau de circulation d'un axe routier. Une variation significative des TIV peut mettre en évidence la présence d'un incident.

Une surveillance du **nombre de véhicules traceurs** par voie, peut également servir à mettre en évidence la présence d'un incident. Il s'agit de comparer à des intervalles de temps régulier le nombre de véhicules traceurs sur chacune des voies par rapport à des seuils pré-définis.

D'autre part, l'observation des pourcentages directionnels acquis grâce à ces systèmes peut aider à la connaissance des **origines et destinations** (O/D) et donc aider à la compréhension de la répartition des flux de circulation dans l'espace et le temps. La représentativité des échantillons de véhicules équipés, donc identifiés et suivis par le système, reste à déterminer pour envisager l'exploitation des résultats.

## 5.2 Information trafic

L'information en **temps réel** est une exigence croissante des usagers, qui a pour fonction de renseigner sur l'état du trafic (multi-modal si possible) et les perturbations observées.

L'utilisateur reçoit une information concernant les conditions de circulation sur le réseau géré par le dispositif. Il s'agit de messages d'avertissement (présence d'un bouchon, incident, accident, travaux, mauvaise météo) ou d'informations de confort (temps de parcours, informations sur les stations services ou aires de repos). Les informations sont transmises soit par liaison radio via RDS TMC, soit par SMS sur les téléphones portables, soit sous forme de messages (pictogrammes, signaux sonores) affichés sur l'écran du terminal embarqué.

Par ailleurs, la connaissance du trafic en temps réel permet d'anticiper les évolutions de trafic et ainsi contribuer à éviter ou à atténuer les difficultés. Les mesures d'exploitation tentent d'agir sur la répartition des flux entre des différents itinéraires et nécessitent un recueil de données suffisant pour apprécier les conditions de circulation sur les mailles du réseau.

Les systèmes GPS ne permettent pas à l'exploitant de communiquer directement avec les véhicules équipés. Par contre, ils peuvent contribuer aux opérations de guidage et de délestage, si les terminaux embarqués sont reliés à un service d'information trafic temps réel.

Le pourcentage important de téléphone mobiles embarqués dans les véhicules permet de diffuser des informations ciblées de guidage ou de délestage sous forme de messages d'alerte de type SMS ou plus évolués sur les nouveaux smartphones. Ce service nécessite une démarche volontaire de la part de l'utilisateur qui doit souscrire préalablement, via un portail Internet dédié, à un service d'abonnement (payant sur le réseau du concessionnaire).

## 5.3 Sécurité routière

Pour les **interventions d'urgence**, il s'agit de mettre en oeuvre les opérations de dépannage et de secours. Le délai d'intervention associé est l'intervalle de temps entre l'instant où la perturbation est connue par le service et l'instant où l'intervention démarre effectivement.

Une fois l'incident localisé avec une précision de l'ordre de la centaine de mètres, la technique de localisation par satellite peut être utilisée pour le positionnement, le suivi et le guidage des véhicules de secours ou d'intervention. De tels dispositifs de localisation permettent de coordonner et d'optimiser les mesures d'intervention en cas d'urgence (choix du véhicule spécialisé le plus proche ou réorientation vers des interventions les plus urgentes).

Les téléphones cellulaires ne semblent pas appropriés à cette mission de sécurité routière, car pour des raisons de rentabilité les réseaux ont tendance à être saturés pendant les situations de crise. La technologie GSM ne peut donc servir ni à la localisation ni à la transmission d'information. On leur préfère des systèmes dédiés, géo-localisés et intégrés dans les véhicules (directive européenne *e-call* pour les appels d'urgence automatiques) et des lignes de transmission privées.

## 6 État des offres commerciales existantes en France et en Europe

Un large panel d'offres commerciales concerne les véhicules traceurs continus ou point à point (moins utilisés jusqu'à présent, mais en cours d'expérimentation sur terrain).

Le tableau ci-après regroupe les principales solutions proposées sur le marché national et à l'étranger, le plus connues à l'heure actuelle et ayant des applications dans le domaine des transports.

La **technologie GNSS** regroupe les offres des fournisseurs de systèmes de navigation principalement et des constructeurs automobiles de manière particulière.

Ces dispositifs sont relativement précis et fiables, mais pas suffisamment déployés comme solution de base, car les échantillons sont limités par le nombre de terminaux spécifiques, la durée de traitement détaillé des traces de géo-localisation et les problèmes de coût des transmissions.

A terme, cette technologie sera intégrée dès la conception des véhicules, avec les autres dispositifs électroniques embarqués permettant de collecter via le *bus CAN* les paramètres liés au déplacement et donnant ainsi accès à des grandes masses données de mobilité.

La **technologie GSM** se retrouve autour des grands opérateurs mobiles, produisant des données moins fiables a priori (car moins liées au véhicule), mais plus nombreuses (plusieurs équipements par véhicule).

L'offre commerciale provient souvent de l'association d'un opérateur de téléphonie mobile avec un fournisseur de service d'information trafic. Par ailleurs, ces services sont destinés aux abonnés téléphoniques principalement ou aux gestionnaires routiers sous certaines conditions, mais cela manque de transparence pour l'instant.

En ce qui concerne l'utilisation des **technologies point à point** (Bluetooth, Wi-Fi, RFID) pour la connaissance de trafic, peu de systèmes opérationnels existent actuellement, faisant l'objet d'expérimentations à petite échelle liées à des applications spécifiques. Un besoin de standardisation apparaît nécessaire pour l'extension de ces méthodes de transmission de données au domaine de la mobilité.

De plus en plus, les offres utilisent les avantages **combinés des technologies** de localisation par satellites à travers les *smartphones* et toute la famille des mini-ordinateurs communicants, surtout avec l'avènement de l'Internet mobile.

Cette configuration permet une utilisation coopérative (communauté d'utilisateurs), à travers le réseau Internet. Différentes applications Web proposent aux conducteurs sur la base du volontariat, de transmettre leurs positions (*crowdsourcing*) via les navigateurs intégrés à leur téléphones portables (dont les nouvelles générations seraient équipées par défaut).

Les données ainsi collectées peuvent bénéficier des traitements informatiques grâce au réseau des serveurs distants connectés sur le réseau Internet (le *cloud*) qui permet à la fois le stockage de grandes quantités de données et leur exploitation en temps réel. L'avantage réside dans le nombre potentiellement grand de contributeurs, mais au prix d'une qualité des données forcément influencée par le nombre important aussi de sources d'erreurs.

Les dispositifs basés sur les véhicules communicants peuvent gagner en fiabilité si l'on rajoute une composante d'infrastructure (systèmes coopératifs) et les transmissions afférentes. On peut alors enrichir les applications de mobilité et de confort à destination des usagers et celles dédiées aux gestionnaires de trafic, avec la possibilité de traitement et de validation avant la diffusion des informations.

Pour l'ensemble des offres, il n'existe pas à l'heure actuelle d'évaluation au sens métrologique, qui permettrait de vérifier la qualité des données fournies par les véhicules traceurs. En effet, la plupart des nouvelles applications font appel aux capteurs traditionnels fixes afin d'améliorer les précisions de mesure et consolider les informations à diffuser par les gestionnaires routiers et les opérateurs de services. Cela requiert des méthodes complexes de fusion de données et surtout des compétences pour l'exploitation des historiques et des prévisions de trafic.

Le tableau présenté ci-dessous regroupe l'offre commerciale actuelle en France et en Europe, détaillant les technologies de recueil et le type de données fournies.

	Noms	TECHNOLOGIE				TRANSMISSIONS	MESURES / Indicateurs		Remarques (limites)
		FMD/FCD :	GSM	GPS	Cam	Bcles	Support	Q, V, T	
Offres France	Orange/ASF TrafficZen	Oui	Non	Non	Oui	Net	VM, TP, pas débit	saturation	mob. en comm., h pointe, dépendance boucles
	TrafficFirst	Oui	Oui	Oui	Oui	Web, Propriétaire	V, TP	événements (bouchons)	fusion de données (projet ADIT+)
	SFR TomTom/HD Traffic	Oui	Oui	Oui	Oui	Propriétaire	VM	localisation, sens, congest	système spécifique (M2M), mob. en communication
	via Michelin	Oui	Oui	Oui	Oui	Web, Propriétaire	V, TP	cartes trafic	systèmes intégrés sur certains véhicules PSA
	Masternaut/Geoloc	Oui	Oui	Non	Non	Propriétaire	VM, TP	position	couverture limitée (qq milliers de véhicule équipés)
	Mediamobile/Vtraffic	Oui	Oui	Oui	Oui	Smartphone	VI, VM,TP, densité	événements (bouchons)	part des FCD/FMD ? dépendance boucles
	Navteq (Nokia)	Oui	Oui	Oui	Oui	Web, Propriétaire	V, TP	cartes trafic	nb utilisateurs > 5 millions, consortium USA
	Google Traffic (Waze)	Oui	Oui	Oui	Oui	Web, Propriétaire	V, TP	cartes trafic	mob. en communication, dépendance boucles
	<b>Commun. usagers :</b>								
	Coyote	Oui	Oui	Non	Non	Propriétaire	VI, VM, TP	événem. (congest, trav)	1 million d'utilisateurs, pertinence info (farces...)
	Globe Traffic, A bon Entendeur	Oui	Oui	Non	Non	Smartphone	VI, VM, TP	événements, carto.	nb lim utilisateurs pertinence info (erreurs, farces...)
	Wikango	Oui	Oui	Non	Non	Propriétaire		zone accident, événements	nb utilisateurs > 2 millions, pertinence info (farces...)
<b>Bluetooth :</b>									
Sterela/Bluflo	Oui	Non	Non	Oui	Propriétaire	VI, VM, TP, TO	matrice OD	tx d'équipement entre 12 et 18 % en augmentation	
Offres étranger	TomTom Vodafone/HD Traffic	Oui	Oui	Non	Non	Propriétaire	VM, TP	congestion	tx d'équipement GPS, mob. en communication
	Itis TrafficScience (UK)	Oui	Oui	Non	Oui	Net/Smartphone	VM, TP		part des FCD/FMD ? dépendance boucles
	Cellint TrafficSense (Isr)	Oui	Non	Non	Non		VM, TP		précision de la localisation
	BMW	Non	Oui	Non	Non	Propriétaire	V	accélération, cond trafic	offres réservée aux véhicules de la marque (nb. lim)
	Inrix-Xd Traffic (US)	Non	Oui	Non	Oui	Propriétaire	VM, TP	congestion	on ne connaît pas la part de FCD/FMD
	<b>Bluetooth :</b>								
Traffax-Bluefax	Oui	Non		Oui		VM, TP	matrice OD	tx d'équipement, coût instrumentation	
Expérimentations	Sinergit	Oui	Oui	Oui	Oui	Net	TP	état du trafic, événements	part des FCD/FMD ?, position. en urbain
	Siteeg	Non	Oui	Non	Non		TP	qualité de l air	position améliorée en urbain, mvaie précision TP
	DLR-taxis	Non	Oui	Non	Oui		TP		pb localis en urbain, 11% erreurs sur TP, décalages
	Optis	Non	Oui	Non	Non		VM, TP		nb de véhicules équipés
	ESA Smart Fcd	Non	Oui	Non	Non			détection congestion	nb véh. équipés, faisabilité communication par satellite
	CityFcd-DaimlerChrysler	Non	Oui	Non	Non	Propriétaire	TP	détection congestion	réservée véh. de la marque, optimis transfert FCD

**Tableau des offres (technologies de recueil et systèmes d'information)**

## 7 *Évolution et avenir des services de mesure de trafic*

Une comparaison qualitative issue des résultats fournis par les industriels et des besoins exprimés par les gestionnaires routiers, montre que les véhicules traceurs ne donnent pas (ou de manière peu précise) accès à des mesures de débit, taux d'occupation, longueur, distance et temps inter-véhiculaire.

Ces dispositifs permettent néanmoins des mesures correspondant pour la plupart à des besoins de trafic en temps réel non couverts actuellement par les capteurs classiques : calcul de vitesse moyenne et temps de parcours sur des tronçons, détection de bouchons, estimation des matrices origine/destination dynamiques, car ils donnent des indications sur les trajectoires des véhicules, ce qui n'est pas accessible avec des compteurs seuls.

En effet, cela correspond à de nouveaux enjeux liés d'une part à la gestion et à l'exploitation routières et d'autre part à la préservation de l'environnement : amélioration de la connaissance et de la gestion du trafic, optimisation des infrastructures existantes tant pour les voitures que pour les transports collectifs, meilleure diffusion des informations auprès des usagers, développement de l'accessibilité multimodale des territoires, diminution des congestions et des accidents, réduction des nuisances (bruit, pollution), économie des ressources.

Le potentiel pour la sécurité routière est également important, surtout en trafic dense, en complément des autres dispositifs fixes (boucles, RAU) ou embarqués (e-call, pour lesquels les données ne sont enregistrées qu'après événement !). Un enjeu majeur consiste à apporter des solutions sur le réseau secondaire, où sont dispersés la plupart d'accidents graves, et s'intéresser aux systèmes autonomes ou ne requérant pas d'équipement lourd d'infrastructure.

Au niveau des automobiles, les fonctions de navigation et communication sont désormais conjuguées avec celles de l'électronique embarquée qui contrôle les différents composants des véhicules, pour améliorer leur fonctionnement, la sécurisation et le confort des passagers.

Il existe des dispositifs embarqués d'enregistrement de données routières (EDR Event Data Recorder) qui permettent de collecter plusieurs paramètres du véhicule (vitesse, décélération, direction, temps de freinage, etc.). Ces "boîtes noires" ont un rôle à la fois de sécurité active (survenance) en raison de leur caractère dissuasif en termes de réduction du nombre d'accidents et de sécurité passive (conséquences) en permettant de faire avancer la connaissance des processus accidentels.

La principale conclusion est que les systèmes mobiles ne peuvent pas remplacer les capteurs fixes pour les mesures de base notamment, mais viennent en complément de ceux-ci, en apportant une connaissance supplémentaire et en temps réel sur des mesures spécifiques.

En effet, les gestionnaires et les exploitants routiers ont des besoins de connaissance précise de trafic qui relèvent des volumes et débits importants de données.

Le principal atout des mesures fournies par les dispositifs mobiles est qu'elles peuvent être agrégées en temps réel et sur des populations importantes. Cela permet une vision rapide de l'état du trafic à un instant donné, d'où leur intérêt dans le domaine de l'information et diffusion auprès des usagers.

Mais jusqu'à présent, les informations issues de nombreuses offres disponibles sont peu exploitées par les gestionnaires routiers au niveau national. Nous ne disposons pas du recul suffisant sur la pertinence statistique des données issues des capteurs mobiles pour une utilisation temps réel, pour le moins critique.

## 8 *Problèmes techniques, méthodologiques et organisationnels soulevés*

Les moyens technologiques et les demandes de services dans le domaine des transports sont de plus en plus diversifiées, la mise en place et l'exploitation des données issues des capteurs mobiles vont évoluer en termes de quantité et de qualité. Le flux d'informations disponibles devient tel que les bénéficiaires (professionnels et particuliers) se retrouvent devant de multiples offres sans certification.

Plusieurs problématiques sont soulevées : la séparation des données multi-modales et le ciblage des usagers (voitures/vélos/bus/piétons), la redondance des informations ("big data"), le rôle de chaque acteur (opérateurs, gestionnaires), la protection des données privées (anonymisation, lignes de mesures virtuelles), l'acceptation sociale...

Face à l'automatisation et à la somme croissante de mesures collectées par diverses sources, il est donc nécessaire de réfléchir sur l'ensemble du processus de recueil et de diffusion des données routières, notamment en ce qui concerne la mise en place des partenariats.

L'état des lieux des capteurs mobiles permet d'observer une multitude d'acteurs privés fournissant des données à d'autres acteurs privés, et des partenariats au niveau national ou local en fonction de besoins ponctuels. On peut citer de manière non-exhaustive :

- les **fournisseurs** de données mobiles routières ou téléphoniques :
  - Ministère des transports via les DIR
  - Gestionnaires routiers (collectivités locales, sociétés concessionnaires d'autoroutes)
  - Réseaux de télécommunications (Orange, SFR, Bouygues ...)
  - Communautés d'utilisateurs (Coyote ...)
- les **intégrateurs** de données (sociétés de services et d'applications informatiques) :
  - Tom/Tom, Google Map, Masternaut, Mediamobile, Coyote ...
- les **constructeurs automobiles** :
  - au niveau national et à l'étranger

L'objectif des partenariats publics-privés est de contrer la fragmentation des processus décisionnels et ainsi d'améliorer la fiabilité et la disponibilité des informations diffusées en temps réel ou différé.

L'essor des moyens technologiques mobiles, rapides, interactifs, constitue un atout pour le développement des systèmes de mesure de trafic basés sur les véhicules traceurs.

En même temps, ce progrès très rapide représente un défi pour la fiabilisation des bases de données mobiles, compte-tenu du nombre important d'intermédiaires.

En effet, la fiabilisation des données passe par l'identification des sources, la qualification (réaliser des tests et élaborer des niveaux de qualité) et la traçabilité. Il faut par ailleurs prendre compte la variation temporelle du taux d'équipement au sein du trafic et les conséquences sur la représentativité et la validité des données.

La disponibilité nécessite la mise en place d'un processus d'harmonisation et de normalisation pour aboutir à une cohérence des formats des données par rapport à des besoins définis.

Les services de l'État peuvent intervenir au niveau de l'élaboration de référentiels pour assurer l'interopérabilité des systèmes déployés et la pérennité des investissements consentis.

Il devient en effet indispensable de disposer des outils qui permettent l'évaluation des données provenant des dispositifs mobiles. Un besoin de guide d'application et de normes à respecter est à noter actuellement, mais cela demande une mise à l'épreuve sur terrain grâce aux partenariats entre gestionnaires routiers publics/privés et fournisseurs de données.

Il faut également tenir compte des questions liées à l'acceptabilité sociale des nouvelles technologies, afin qu'elles n'empiètent pas sur la liberté individuelle. L'accès aux données privées et leur utilisation par des opérateurs de trafic ou de téléphonie, doivent être réglementés (cryptage pour une utilisation anonyme). L'utilisation des ITS doit par ailleurs être accompagnée d'une manière plus significative par des actions de prévention et d'information, afin de rendre plus efficaces et crédibles les systèmes déployés.

## 9 Positionnement des acteurs publics

Le développement des technologies mobiles, la disponibilité en temps réel des données et l'accès simplifié, permettent d'apporter un service de plus en plus performant en termes d'aide au déplacement, en cohérence avec le plan d'optimisation du réseau routier encouragé par les directives européennes relatives aux contraintes environnementales et économiques.

Pour cela, il est intéressant de réfléchir à l'implication des différentes instances locales et nationales dans le suivi de la mise en place des systèmes intelligents de transport.

Le rôle des autorités (État et services gouvernementaux) survient tout au long de la chaîne de production des données mobiles, pour le développement des infrastructures et leur mise à disposition, la normalisation et l'interopérabilité des échanges et la certification des informations diffusées.

La contribution du Ministère via le Cerema et IFSTTAR doit porter en amont sur l'aide à la décision pour le choix adéquat de systèmes par rapport au contexte, en mettant l'accent sur les besoins non-couverts et a posteriori pour évaluer les résultats obtenus sur terrain.

Au niveau large (national, voire international) les efforts concernent le déploiement d'infrastructures importantes de télécommunications (pas seulement mobiles), de géo-localisation (programmes d'envergure communs à plusieurs pays) et de transport adaptées aux besoins locaux et environnementaux. Il faut par ailleurs garantir un certain niveau de compatibilité pour les échanges des données entre les systèmes, dans le respect de la concurrence et du progrès technologique (contribution au projet européen Datex).

Au niveau local, les collectivités et les services déconcentrés du Ministère montrent de plus en plus leur capacité à mettre en œuvre des expérimentations à l'échelle à travers des coopérations entre d'une part les gestionnaires et exploitants routiers qui souhaitent de nouvelles applications en termes de trafic (multi-modal pour la plupart) et d'autre part les fournisseurs de matériel, de services de transport ou des opérateurs de communication, qui produisent des données plus ou moins élaborées.

Les divers séminaires qui se sont déroulés tout au long de l'opération de recherche SERRES ont présenté de nombreuses situations de collaborations entre les partenaires publics et privés.

## 10 Conclusions et perspectives

En termes de développement des systèmes de transport intelligent (ITS), les innovations concernent des technologies préexistantes issues généralement de l'informatique et des télécommunications, mais nécessitant surtout des moyens d'organisation novateurs. Les principaux enjeux technologiques et stratégiques selon les propositions de l'ATEC lors du congrès 2013, portent donc sur l'échange des informations, la fusion de données et l'interopérabilité des systèmes (plates-formes ITS).

La fusion de données est basée sur la complémentarité des différentes sources de données provenant des systèmes classiques et des véhicules flottants, qui peuvent aussi être de plus en interaction avec l'infrastructure (systèmes coopératifs).

Encourager l'interopérabilité des systèmes de recueil et d'information de trafic, permettrait d'adapter les offres technologiques par rapport aux besoins des gestionnaires et d'assurer la continuité des services de transport.

Il s'agit en effet de mutualiser les actions des différents acteurs de la mobilité au niveau local (services de l'état, collectivités, organismes de recherche, bureaux d'études, usagers) et de pouvoir les intégrer plus facilement dans une architecture globale des projets de transport.

Plus précisément, il serait nécessaire de mettre en place des plates-formes d'expérimentation "grandeur nature" pour partager les réseaux existants et favoriser l'innovation ouverte (notamment pour les systèmes coopératifs qui requièrent des études d'impact à échelle réelle), en collaboration avec les concepteurs et en impliquant directement les utilisateurs.

Dans ce cadre, le rôle des services techniques du domaine des transports sera axé sur l'échange et notamment sur la validation des données de trafic. Des groupes de travail au sein des réseaux scientifiques de l'État, sont ainsi dédiés à l'élaboration des méthodologies d'évaluation de mesures de base ou élaborées, telles les vitesses ou les temps de parcours.

## Bibliographie :

- Les techniques de localisation des véhicules, rapport CERTU mars 2001.
- Méthodologie d'évaluation des nouveaux capteurs de trafic routier, rapport CERTU août 2002.
- Manuel sur les STI, AIPCR 2006.
- Floating Car Data, cours ENPC module Recueil de données routières, S. Cohen 2007
- Le siècle de la voiture intelligente, Mines ParisTech C. Lurgeau 2009.
- Directive 2010/40/UE concernant le cadre pour le déploiement des systèmes de transport intelligents dans le domaine du transport routier et d'interfaces avec d'autres modes de transport, 7 juillet 2010.
- Transports intelligents – Mise en œuvre de la directive 2010/40. Éléments pour le choix d'actions publiques pour la période 2012 – 2017, rapport d'études SETRA, juillet 2012.
- Panorama des systèmes de recueil de données de trafic routier, rapport SETRA novembre 2012.
- Transports intelligents – Mise en œuvre de la directive 2010/40. Éléments pour le choix d'actions publiques pour la période 2012-2017, rapport d'étude SETRA 2012.
- Ecall – pan-european emergency call system, Final year technical project, S. Laperche – M. Leroux – B. Perrier, ISMIN École des Mines, mars 2012.
- Manuel d'exploitation des réseaux routiers, AIPCR 2013.
- Proposition fiches d'action : Mobilité intelligente – Éléments pour un plan stratégique de développement des systèmes et services de transports intelligents, ATEC ITS 2013.
- Évaluation des capacités et performances des services d'information trafic embarqués, rapport ZELT mars 2013.
- Sources de données flottantes et mobiles liées au trafic – Principales fonctionnalités pour l'appui à la gestion de trafic, rapport d'études SETRA novembre 2013.

## Glossaire

<b>(Bus) CAN</b>	Controller Area Network (système série utilisé dans l'industrie automobile, qui permet de raccorder par multiplexage à un même câble (bus) un grand nombre de calculateurs qui communiquent à tour de rôle)
<b>Cloud</b>	littéralement <i>cloud computing</i> , le nuage informatique (ensemble de processus qui consiste à utiliser la puissance de calcul et/ou de stockage de serveurs informatiques distants à travers un réseau, généralement Internet)
<b>Crowdsourcing</b>	littéralement approvisionnement par la foule (travail coopératif, participatif, permettant d'acquérir de grandes quantités de données)
<b>DATEX</b>	DATA Exchange (nom des spécifications définies et publiées en Europe par le Datex Technical Committee sous l'égide de la Commission Européenne)
<b>2RM</b>	Deux-roues motorisés
<b>DSRC</b>	Dedicated Short Range Communications (communications sans fil, à courte ou moyenne portée)
<b>FCD/FMD</b>	Floating Car / Mobile Data
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System (nom général des systèmes de navigation satellitaires fournissant une couverture globale de géo-positionnement à usage civil)
<b>GPS</b>	Global Positioning System (système US de géolocalisation par satellite opérationnel et ouvert au public)
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service (technologie de téléphonie mobile dérivée du GSM, permettant un débit de données plus élevé jusqu'à 160 kbits/s)
<b>GSM</b>	Global System for Mobiles communications (technologie de téléphonie mobile, adaptée pour la transmission de la voix)
<b>UMTS (3G)</b>	Universal Mobile Telecommunication System (technologie de téléphonie mobile de 3 <sup>ème</sup> génération, débit jusqu'à 1920 kbits/s)
<b>PL</b>	Poids Lourd
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant (de type tablette PC)
<b>PND</b>	Personal Navigation Device (système de navigation mobile)
<b>PMV</b>	Panneau à Message Variable
<b>RAU</b>	Réseau d'Appel d'Urgence
<b>RDS</b>	Radio Data System (service de transmission de données numériques en parallèle des signaux audio de la radio FM)
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification (méthode pour récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés tags, étiquettes, puces, badges)
<b>SIRIUS</b>	Service Information pour un Réseau Intelligent par l'Usager (Système de gestion de la circulation routière en Ile de France)
<b>SYTADIN</b>	Synoptique du Trafic Autoroutier D'Île-de-France (Site Web d'information routière en temps réel en Ile de France)
<b>TC</b>	Transport Collectif
<b>TMC</b>	Traffic Message Channel (norme européenne qui permet de diffuser des informations de circulation aux automobilistes)
<b>TP</b>	Temps de Parcours
<b>VL</b>	Véhicule Léger
<b>WiFi</b>	Wireless-Fidelity (technologie de communication sans fil à haut débit, utilisant des ondes radio de portée moyenne < 300 m)

