

Rapport d'étude

# Sources de données flottantes et mobiles liées au trafic

## Principales fonctionnalités pour l'appui à la gestion de trafic



Page laissée blanche intentionnellement

## Avertissement

Ce rapport d'étude présente un état des lieux de nouvelles technologies utilisées récemment dans le domaine du recueil de données à l'appui de la gestion du trafic routier, à partir des sources dites « flottantes », incluant notamment les données issues de la téléphonie mobile, mais également de systèmes embarqués. Il offre des premiers éléments de compréhension de ces systèmes et en explique des limites et des avantages observés à l'instant de rédaction du rapport. Depuis, certaines offres ont pu être améliorées et certaines limites levées : ce rapport ne vise donc pas à établir un socle indiscutable et exhaustif en la matière, mais seulement des éléments de compréhension génériques à des utilisations observées sur le marché.

Ce rapport vise également à fournir quelques éléments sur le domaine d'emploi de ces données dites « FCD-FMD » pour les besoins de connaissance du trafic et d'appui à la gestion du trafic ainsi que les caractéristiques de qualité attendues. Il ne traite pas du tout les aspects juridiques des droits et devoirs des différents opérateurs vis-à-vis des données personnelles en jeu ici.

Compte tenu du développement de services à valeur ajoutée auxquels s'attache le secret commercial, et du fort degré d'innovation dans ce secteur, ce document ne fournit que quelques éléments permettant de se faire une première idée des domaines d'emploi de ces technologies. Ce document ne prétend ni à l'exhaustivité, ni à la précision nécessaire pour guider le choix de ces technologies pour la connaissance sur la gestion du trafic routier, de manière absolue.

# Sommaire

<b>CHAPITRE 1 : INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
1.1 -Contexte.....	6
1.2 -Définition.....	6
<b>CHAPITRE 2 : TYPOLOGIE SIMPLIFIÉE DES OFFRES.....</b>	<b>13</b>
2.1 -Principales fonctionnalités et typologie simplifiée des offres.....	14
2.2 -Fonctionnement schématique des différents types d'offre.....	15
<b>CHAPITRE 3 : COMPARAISON QUALITATIVE.....</b>	<b>20</b>
3.1 -Besoins de connaissance du trafic.....	21
3.2 -Caractéristiques de qualité attendues.....	24
<b>CHAPITRE 4 : APPORTS ET DOMAINES DE PERTINENCE DES FCD ET FMD POUR LE GESTIONNAIRE.....</b>	<b>25</b>
4.1 -Apport des FCD et FMD pour les besoins actuels du gestionnaire de réseau.....	26
4.2 -Domaines de pertinence des FCD et FMD.....	29
<b>CHAPITRE 5 : ÉLÉMENTS DE CONCLUSION.....</b>	<b>32</b>
<b>CHAPITRE 6 : LEXIQUE.....</b>	<b>34</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>37</b>

# Chapitre 1 : Introduction

## 1.1 - Contexte

La connaissance des conditions de trafic, notamment des événements (bouchons, accidents...), est indispensable à la bonne gestion des réseaux et fait l'objet d'une demande croissante des usagers.

Les dispositifs fixes traditionnels de connaissance du trafic (boucles et stations de recueil de données) sont complétés par d'autres dispositifs fixes comme la surveillance vidéo ou les systèmes de DAI (Détection Automatique d'Incidents). À côté de ces systèmes déjà en place, se dessine l'apparition d'un marché des données de trafic « mobiles » c'est-à-dire fournies par les flottes de dispositifs embarqués ou l'usage des téléphones portables.

Ces systèmes de recueil de données du trafic font l'objet d'offres commerciales, soit aux gestionnaires, soit aux fournisseurs d'information routière aux usagers.

Il est important de pouvoir apprécier les domaines de pertinence de ces nouvelles sources de données, en complément des dispositifs fixes déjà en place. Il serait également important de pouvoir dresser un contexte juridique sur la question, mais ce n'est pas l'objet de ce rapport d'étude.

## 1.2 - Définition

Avant de commencer l'inventaire des offres proposées, il convient de donner une définition aux *Floating Car Data* et aux *Floating Mobile Data* ainsi qu'un rappel des technologies utilisées.

### 1.1.1 - Les Floating Car Data (également Floating Vehicle Data)

Les *Floating Car Data*<sup>1</sup> (dénommées ci-après « données FCD » ou simplement « FCD »), sont des données enregistrées dans les systèmes électroniques embarqués au véhicule et permettant de recueillir des informations (localisation, vitesse, accélération, sens du déplacement...) issues de capteurs proprioceptifs. Ces données collectées peuvent être exploitées pour améliorer la connaissance et la gestion du trafic. Les véhicules équipés sont communément appelés « Véhicules Traceurs » (VT).

Les données FCD sont des données géo-localisées et récupérées de façon anonyme et à intervalle régulier à partir de ces véhicules traceurs.

Les xFCD (*Extended Floating Car Data*) sont des FCD améliorées qui permettent d'accéder à d'autres types de mesure en plus de la géolocalisation :

- mesures relatives au véhicule et au comportement véhicule-conducteur (par l'intermédiaire de capteurs intégrés au véhicule) ;
- mesures d'émission de gaz polluants ;
- mesures météorologiques (température, précipitations) ;
- états de trafic, de la chaussée.

Il est important de noter qu'il existe des systèmes de recueil FCD dits actifs, ou systèmes en mouvement (localisation GNSS<sup>2</sup>, satellites) et d'autres systèmes dits passifs, ou systèmes de lecture fixe (balises fixes « *beacons* »).

On peut schématiquement distinguer quatre méthodes de collecte de données FCD : le positionnement GNSS, la capture d'adresses *Bluetooth*, les infrastructures de péage (RFID<sup>3</sup>, DSRC<sup>4</sup>) et le positionnement Wi-Fi<sup>5</sup>.

---

1 *Floating Car Data* : Données Flottantes Automobiles

2 GNSS : *Global Navigation Satellite System* (Système de positionnement par satellites)

3 RFID : *Radio Frequency Identification* (Radio-identification)

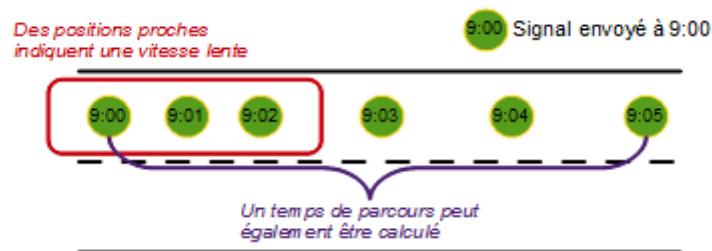
4 DSRC : *Dedicated Short Range Communications* (Communications dédiées à courte portée)

5 Wi-Fi : *Wireless-Fidelity* (voir le Lexique pour l'explication de tous ces sigles)

### 1.1.1.1 - Positionnement GNSS

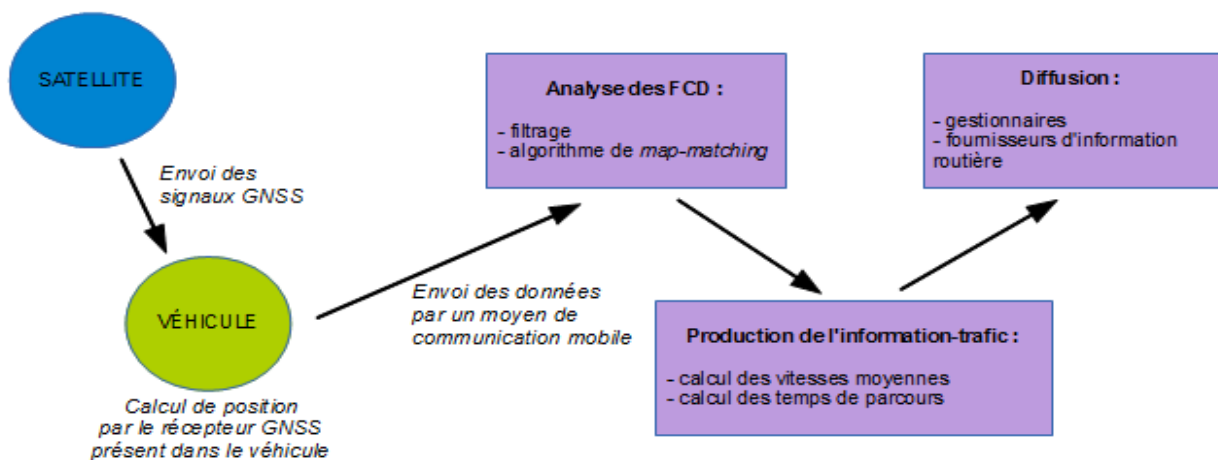
#### Principe de fonctionnement

Les véhicules sont localisés grâce au GNSS (GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU<sup>6</sup>) et les données sont récupérées, depuis un récepteur GNSS à intervalle régulier, par l'intermédiaire d'un moyen de communication mobile (GSM, GPRS, UMTS, Wi-Fi...) ou d'un satellite (si le véhicule est équipé d'un moyen de communication par satellite). Ces données sont ensuite filtrées et projetées sur le réseau routier (*Map-Matching*<sup>7</sup>) et donnent accès aux temps de parcours et vitesses moyennes des VT sur une section donnée.



**Illustration 1: Collecte de positions horodatées (toutes les minutes ici) par localisation GNSS**

On notera que ce système de recueil des données FCD est actif, car le véhicule est une sonde mobile qui communique régulièrement sa position, calculée par le récepteur GNSS.



**Illustration 2: Système de recueil de FCD par une localisation GNSS**

Le chapitre 3 présentera les avantages et certaines limites de ce moyen de recueil.

De nombreux opérateurs offrent ce type de services ou de systèmes.

Il n'est pas dans l'objet de cette note de décrire l'offre commerciale.

On peut cependant indiquer que les entreprises présentes sur ce marché peuvent être des fournisseurs d'information trafic (couche « services »), les fournisseurs de dispositifs embarqués d'information trafic, des fournisseurs de services de gestion de flotte, des constructeurs automobiles, des entreprises de services satellitaires.

<sup>6</sup> Voir le Lexique pour les explications

<sup>7</sup> Opération permettant de faire correspondre la géolocalisation en un point donné dans l'espace, au point associé sur le réseau routier.

### 1.1.1.2 - Localisation par capture d'adresses *Bluetooth*

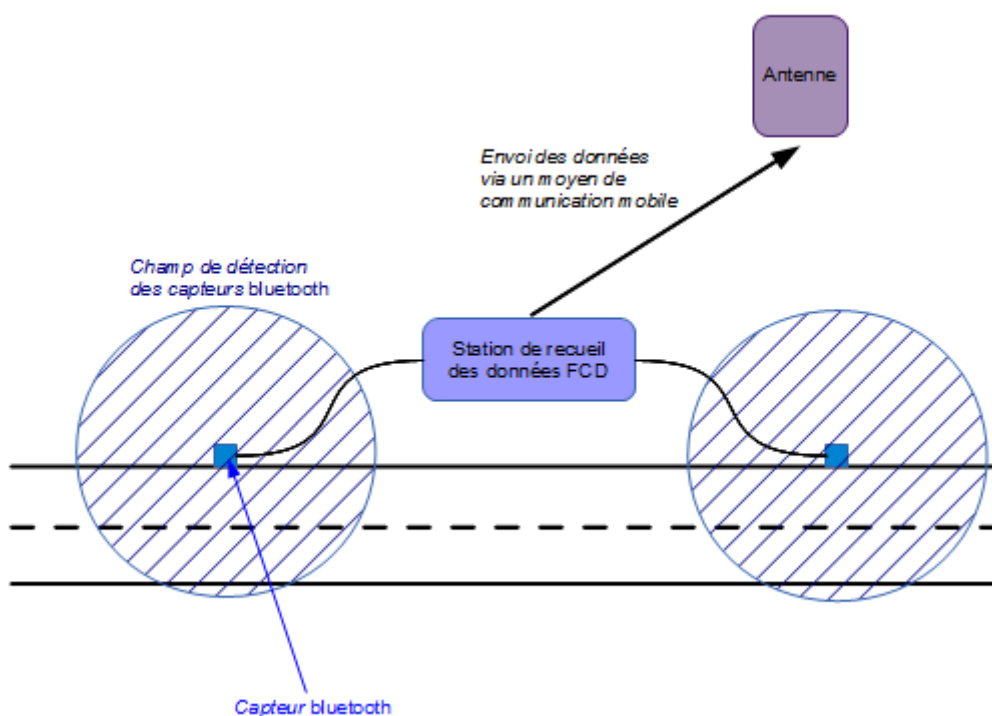
#### Principe de Fonctionnement

Les données FCD sont récupérées via la capture d'adresses *Bluetooth* émanant d'appareils *Bluetooth* dans les véhicules (téléphone, PND GPS, autoradio, etc..).

Des stations « bord de voie » équipées de capteurs *Bluetooth* peuvent détecter les adresses *Bluetooth* dans les véhicules passant à proximité. Ces adresses sont géolocalisées (position de la station le long de la route) et horodatées (heure de détection). Les données sont alors transmises au client via un moyen de communication mobile (GSM, GPRS,...) ou récupérées directement sur la station bord de voie.

Une répartition le long des voies de ces stations permet de récupérer la vitesse moyenne des véhicules équipés, leur temps de parcours et leur nombre en un point donné pendant un temps donné (débit de véhicules équipés). Il est aussi possible d'effectuer des enquêtes Origine/Destination.

Ce système de recueil FCD est dit passif, car c'est la station au bord de voie qui communique les positions (et non les véhicules).



**Illustration 3: Schéma d'un système de recueil de FCD par capture d'adresses Bluetooth**

L'offre commerciale apparaît à ce stade plus réduite que celle du positionnement GNSS.



### 1.1.1.3 - Localisation par identification du véhicule (Infrastructures de péage)

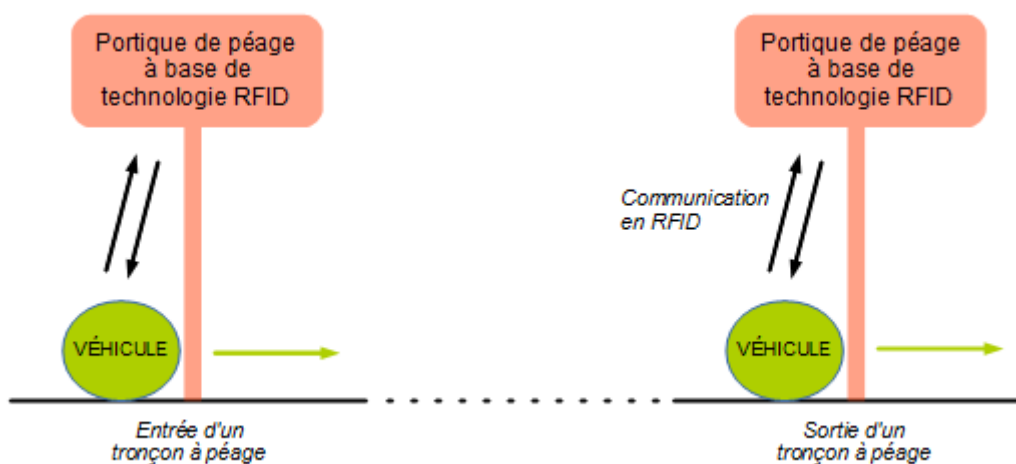
#### Principe de fonctionnement

Dans le but d'atténuer les congestions à l'entrée des péages, les sociétés d'autoroute ont équipés leurs péages de bornes **RFID**<sup>8</sup> ou **DSRC**<sup>9</sup> capables de communiquer avec un appareil RFID / DSRC (badge, téléphone) à l'intérieur du véhicule. C'est le principe du télé-péage (*Electronic Toll Collection*).

Aussi, des portiques RFID / DSRC peuvent être installés le long des voies. Ainsi il devient possible d'associer un véhicule à un identifiant RFID / DSRC anonymisé et chaque véhicule équipé devient alors une sonde de trafic sur le réseau emprunté.

Les transactions de péage étant datées et localisées à l'entrée, le long et à la sortie de l'autoroute, on peut avoir accès à des temps de parcours et, donc des vitesses moyennes.

Ce système de recueil FCD est dit passif, car c'est la borne RFID / DSRC qui communique les positions (et non les véhicules) et est une balise fixe (*beacon*).



**Illustration 4: Schéma d'un système de recueil de données FCD à partir d'infrastructures de péage**

Le chapitre 3 présente les principaux avantages et certaines limites de ce moyen de recueil.

### 1.1.1.4 - Localisation Wi-Fi

#### Principe de fonctionnement

Des données FCD peuvent être récupérées à partir de terminaux Wi-Fi (ordinateurs portables, téléphones portables) eux-même connectés à des bornes Wi-Fi que l'on peut géolocaliser. Il est donc possible de localiser ces terminaux Wi-Fi avec une certaine précision grâce à une banque de données contenant les localisations exactes des bornes Wi-Fi. À partir de ces positions horodatées, il est possible d'estimer la vitesse moyenne et le temps de parcours d'un véhicule équipé.

Ce système de localisation par borne Wi-Fi est une alternative au GPS en milieu urbain ; en effet, les centres-villes sont de plus en plus équipés de bornes d'accès gratuits à internet dans les lieux publics.

8 RFID : *Radio Frequency Identification* (Identification par fréquences radio)

9 DSRC : *Dedicated Short Range Communication* (Communications dédiées à courte portée)

## 1.1.2 - Les Floating Mobile Data (également Floating Phone Data et Cellular Floating Vehicle Data)

Le *Floating Mobile Data*, ou plus exactement les données FMD, sont des données issues de téléphones portables et permettent de recueillir des informations utiles pour la connaissance et la gestion du trafic comme la localisation, la vitesse et le sens de déplacement.

### Principe de fonctionnement

Après exploitation, des données FMD peuvent donner des informations sur la localisation, la vitesse instantanée et le sens de déplacement du véhicule, appelé « Véhicule Traceur » (VT).

Chaque opérateur a sa façon de recueillir des données FMD. Nous allons expliquer deux branches principales :

- le recueil par événements de *handover*<sup>10</sup> (positions, sens de déplacement) ;
- l'analyse de la signature électromagnétique (vitesses instantanées).

### Recueil par événements de *handover*

Chaque téléphone portable se déplaçant dans une **cellule** du réseau de l'opérateur de téléphonie mobile, il peut être présent partout dans la zone de couverture de la cellule. Ainsi chaque téléphone portable est associé à une cellule et une seule, elle est ainsi appelée « *Cell-ID* » (identification de la cellule). Plus la taille des cellules diminue et plus cette localisation devient précise (voir Illustration 5).

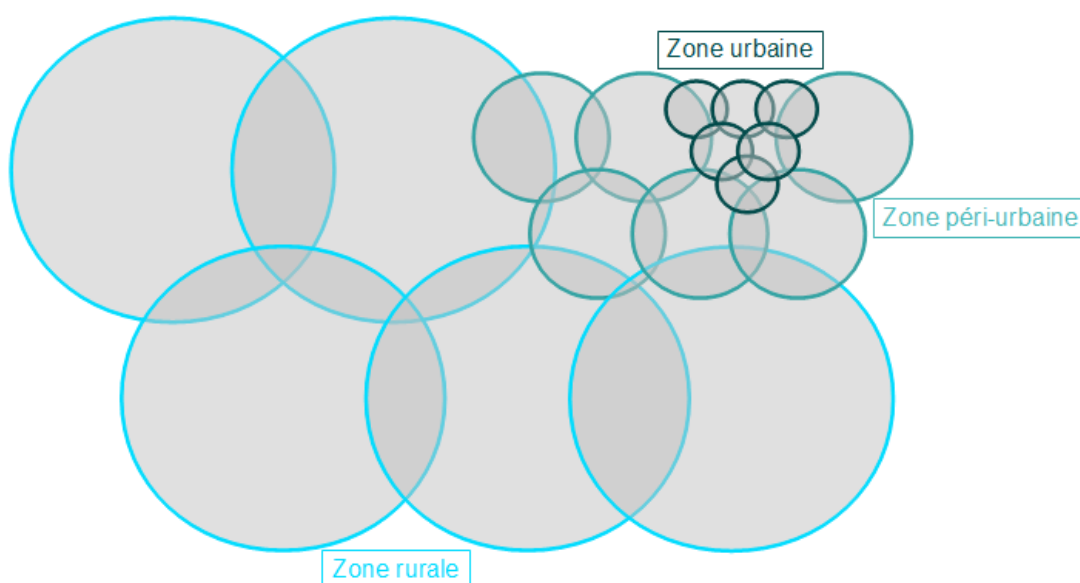


Illustration 5: Taille des cellules GSM selon la zone géographique

Aussi, grâce à la technique dite du « *Enhanced Cell-ID* » il est possible d'améliorer cette localisation (voir illustration 2). Le principe consiste à regarder la valeur du *Timing Advance* (distance entre le téléphone portable et la station de base) et le secteur de l'antenne relais utilisé (3 secteurs avec un angle de 120° de couverture, en général) pour en déduire une zone de présence plus réduite que la cellule elle-même.

<sup>10</sup> Voir le Lexique

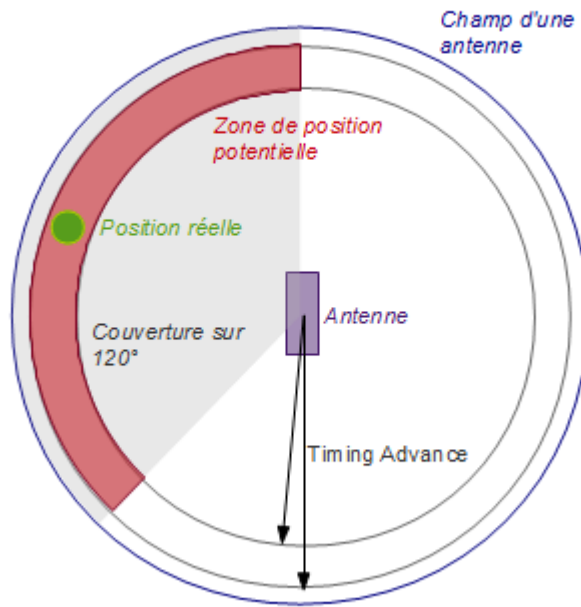


Illustration 6: Technique du enhanced cell-ID

Lorsque le téléphone portable (en communication ou échange de données) sort de sa cellule, le **handover** (transfert inter-cellulaire) s'effectue et l'opérateur peut localiser le téléphone portable à l'intersection de deux cellules. Avec la position de la route, une trajectoire peut également être extrapolée avec en plus des indications de temps de parcours si besoin.

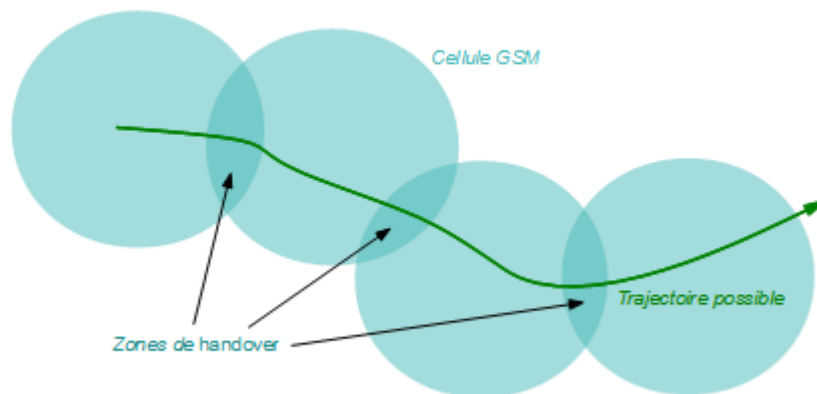


Illustration 7: Trajectoire extrapolée par handover

### **Analyse de la signature électromagnétique**

Cette technique permet, via les antennes relais nouvelle génération, d'identifier la trace électromagnétique des téléphones mobiles sur la route, et d'en déduire la vitesse du véhicule traceur.

Ces données de localisation et de vitesse sont remontées à l'opérateur par l'intermédiaire de l'interface A ou ABIS. Ces interfaces (A ou ABIS) sont les technologies qui permettent d'interroger le réseau de téléphonie mobile sur la localisation des téléphones portables des abonnés à un instant précis.

Les FMD, après filtrage et traitement, peuvent être projetées sur le réseau routier (opération de *Map-Matching*).

On peut ainsi obtenir, à partir des données FMD recueillies via le réseau de l'opérateur mobile, des temps de parcours et des vitesses moyennes/instantanées sur une section donnée.

L'offre commerciale provient souvent de l'association d'un opérateur de téléphonie mobile avec un fournisseur de service d'information trafic.

## Chapitre 2 : Typologie simplifiée des offres

Ce chapitre se propose de synthétiser le panorama des offres commerciales existantes, en France et à l'étranger, en quelques catégories-types, afin d'en dégager les principales caractéristiques.

Ce secteur bénéficiant d'une forte innovation technologique et commerciale, ce panorama synthétique ne peut pas prétendre à l'exhaustivité.

Par offre commerciale, on entend un service destiné soit aux usagers (information trafic), soit aux gestionnaires (aide à la gestion du trafic).

## 2.1 - Principales fonctionnalités et typologie simplifiée des offres

Les principales fonctionnalités de ces offres apparaissent être les suivantes :

- les vitesses instantanées ;
- les temps de parcours ;
- les vitesses moyennes ;
- la détection des congestions ;
- les informations événementielles (accidents, travaux, fermetures, rétrécissement, autres,...) ;
- les taux et temps d'occupation des parkings ;
- les origines/destinations ;
- les conditions météorologiques ;
- la qualité de l'air.

Les offres disponibles sur le marché en 2012 peuvent, schématiquement, être distinguées selon :

- le type de données sources utilisées ;
- le degré de fusion<sup>11</sup> entre différentes sources ;
- la nature des services fournis aux utilisateurs :
  - conditions de circulation (vitesses, temps de parcours)
  - événements ;
  - suivi des flottes et, par extension, des origines-destinations.
- 

Ces critères de classification simplifiée permettent de dégager, au vu du marché actuel, six principaux types de services :

- les services d'information sur les conditions de circulation, issus principalement de sources flottantes ;
- les services d'information sur les conditions de circulation issus principalement de la fusion de données mobiles et de données flottantes depuis des dispositifs embarqués des fournisseurs de services ;
- les services d'information sur les conditions de circulation, issus principalement de la fusion de données mobiles et de capteurs fixes ;
- les services d'information à vocation principalement événementielle, issus de données signalées par les utilisateurs sur des dispositifs embarqués (de type « communautés d'utilisateurs ») ; ces services peuvent également fournir des services d'information « qualitative » sur les conditions de circulation ;

---

<sup>11</sup> La fusion de données est une méthode permettant d'agréger des données de sources différentes en permettant ainsi de mieux compenser les erreurs et les approximations de chaque source prise indépendante

- les services d'information à vocation principalement événementielle, issus de données signalées par les utilisateurs sur des dispositifs nomades (de type « communautés d'utilisateurs d'applications smartphones ») ; ces services peuvent également fournir des services d'information « qualitative » sur les conditions de circulation ;
- les services de suivi de flotte dédiés aux gestionnaires de ces flottes et, par extension, aux utilisateurs de ces flottes (constructeurs automobiles pour leurs clients) ; les services d'information peuvent couvrir, outre les questions liées à la gestion de la flotte ou du véhicule (entretien notamment), les conditions de circulation, les événements, mais également la météo ; ce qui ne permet pas toujours de distinguer ce type de services du premier cité ci-dessus.

On peut également identifier deux autres types d'offre des services émergentes fondées soit sur la fusion de diverses sources mobiles ; soit sur les technologies *Bluetooth*.

## 2.2 - Fonctionnement schématique des différents types d'offre

Cette partie propose une description schématique du fonctionnement des types de services évoqués plus haut. Elle n'a pas vocation à présenter de manière détaillée l'organisation, les technologies ou les processus utilisés (qui sont propres à chaque solution rencontrée sur le marché). Cette partie a un objectif essentiellement illustratif.

### 2.2.1 - Services d'information sur les conditions de circulation issus principalement de sources flottantes

Ce type d'offres peut être issu de sociétés de services liés à la géolocalisation et au suivi de flottes. Les véhicules des clients sont équipés de boîtiers contenant chacun un récepteur GPS et un modem GSM-GPRS<sup>12</sup>. Les données de positionnement, horodates, et vitesses moyennes sont transmises en temps réel, via le réseau de téléphonie mobile (GSM-GPRS). Le client peut aussi avoir accès sur Internet, en temps réel, à une carte de suivi de sa flotte de véhicules (mise à jour toutes les minutes).

Aussi il est possible d'avoir une remontée d'informations concernant le comportement du véhicule, via l'écoute du bus CAN<sup>13</sup> du véhicule (xFCD).

Ces services fournissent par exemple des vitesses moyennes, des temps de parcours, et la catégorie du véhicule. Leurs limites de fonctionnement sont liées en général à la couverture limitée (seulement quelques milliers de véhicules équipés. C'est pourquoi ce type d'offres constitue souvent une offre intermédiaire utilisée par les fournisseurs d'informations fusionnées (*cf.* 2.2.2)).

---

<sup>12</sup> GPRS : *General Packet Radio Service* (Service radio par paquets globaux)

<sup>13</sup> CAN : *Controller Area Network* (Réseau de la zone de commande)

## 2.2.2 - Services d'information sur les conditions de circulation issus de la fusion de données mobiles et flottantes

Le système repose sur l'agrégation de données anonymes de positions (sur la route) issues d'abonnés mobiles et d'utilisateurs de GPS. Schématiquement, les données agrégées sont traitées et superposées au réseau routier pour créer une information trafic qui sera restituée aux abonnés du fournisseur d'information trafic via GPS.

Dans ce type de services, un opérateur mobile fournit, schématiquement, des données anonymes de localisation de ses abonnés en téléphones portables ainsi que leur direction de déplacement. Ces données sont disponibles en général au niveau du *Mobile Switch Center* (MSC)<sup>14</sup> de l'opérateur. Un fournisseur de services et de terminaux d'information embarquée traite ces données et les fusionne à celles issues de ces propres terminaux embarqués. Il rediffuse ensuite l'information issue de la fusion à ses abonnés.

La fusion peut s'opérer au niveau des logiciels de traçage qui sont alors fournis par le fournisseur de service d'information trafic à l'opérateur de téléphonie mobile. La transmission des informations vers les utilisateurs peut se faire via des cartes SIM<sup>15</sup> spécifiques installées dans les dispositifs embarqués ou nomades PND (*Personal Navigation Device*)<sup>16</sup>.

Un autre schéma de fonctionnement peut conduire à une agrégation encore plus forte de différentes sources : dans ce cas, un opérateur d'information à l'usager peut recueillir des données trafic venant de différentes sources (boucles, caméras, véhicules traceurs (FCD), téléphones mobiles (FMD)). Les données sont ensuite traitées, enrichies et intégrées dans une base commune, afin d'alimenter un service d'information trafic en temps réel, consultable sur internet ou smartphone. Il fournit alors des temps de parcours, des vitesses moyennes/instantanées, et des informations événementielles (bouchon, accidents, travaux, fermetures, rétrécissement, autres...).

Les délais de rafraîchissement de ce type d'information sont de l'ordre de la minute.

Dans les deux schémas de fonctionnement, la performance (et la valeur ajoutée) mais aussi les limites de ce type de services sont liées à la capacité à exploiter (via les algorithmes) les complémentarités des différentes sources de données, y compris celles issues des systèmes de recueil classiques (boucles électromagnétiques). Cette dernière (fusion entre FCD/FMD et systèmes fixes) est le cœur des services du 2.2.3. Ces systèmes sont également tributaires de la nécessité que les téléphones portables soient en communication ou en veille.

## 2.2.3 - Services d'information sur les conditions de circulation issus de la fusion de données mobiles et fixes

Dans ce type de services, schématiquement, un opérateur de téléphonie mobile se charge de collecter et d'analyser en temps réel des données du réseau télécom, transposées sur le réseau routier de façon anonyme. Un algorithme de traitement statistique de ces données (en général propriétaire de l'opérateur télécom) est alors utilisé pour restituer des données de flux de vitesse moyenne, en temps réel, par tronçon d'axes routiers.

De son côté, le gestionnaire de réseau routier collecte et analyse en temps réel, des données issues des systèmes classiques (boucles, capteurs, caméras, patrouille...).

---

14 Voir le Lexique

15 SIM : *Subscriber Identity Module* (Module d'identité de l'abonné)

16 Voir Le Lexique



Ainsi, deux sources de données trafic sont utilisées :

- les données FMD issues du réseau mobile superposé au réseau routier ;
- les données issues de systèmes classiques du gestionnaire routier.

Le délai de rafraîchissement des données est calé sur un système de collecte de référence (exemple : 6 minutes pour les boucles du gestionnaire routier).

C'est à partir de ces deux sources d'information semi-traitées, que s'élabore ensuite l'information à valeur ajoutée (niveau de saturation, temps de parcours) sur une plate-forme de calcul en temps réel. Cette information, une fois mise en forme, peut être utilisée pour un usage de gestion de trafic (exploitation routière, information voyageur).

Les informations fournies peuvent couvrir les vitesses moyennes, les temps de parcours, et la détection de congestions.

Les principales limites de fonctionnement concernent, en première approche :

- la disponibilité des données mobiles, notamment la nuit (moins de données) ;
- la difficulté à distinguer les voies ;
- le manque d'information des données mobiles sur les volumes de trafic ;
- la dépendance par rapport aux données issues des systèmes de recueil classiques (boucles électromagnétiques).

## **2.2.4 - Services d'information événementielle issus principalement de sources flottantes « communautaires »**

Ces services peuvent être liés à un système d'aide à la conduite et d'information routière en temps réel basé sur la technologie FCD (recueil par positionnement GPS et remontée d'information des abonnés). Ils permettent alors de collecter les données GPS des utilisateurs ainsi que les événements signalés (incidents, travaux, congestions routières), via le réseau GSM/GPRS (modem GSM-GPRS). Ces données, traitées pour être qualifiées en information pertinente, sont alors renvoyées aux utilisateurs.

Les limites de fonctionnement et les enjeux de qualification de la donnée portent principalement sur la quantité (taille de la communauté à un endroit donné) et la qualité de l'information signalée par les utilisateurs (risque d'erreurs de positionnement ou de « farces »...), ce qui appelle des procédures de contrôle qualité interne (de type croisement de l'information et réputation de l'informateur) pour limiter ces risques.

## **2.2.5 - Services d'information événementielle issus principalement de sources mobiles « communautaires »**


Ces services se présentent généralement sous forme d'applications smartphone. Ils fournissent, en temps réel, des informations sur les événements ou l'état du trafic routier grâce aux signalements et aux données de positions, de vitesse et de sens de déplacement, récupérées des téléphones portables des utilisateurs (positionnement GPS sur les portables – technologie FCD). Bien que générales, les informations fournies concernent principalement les événements, ainsi que les vitesses instantanées/moyennes.

Les services fonctionnant « en cercle fermé d'utilisateurs » (*i.e.* sans fusion avec d'autres sources), présentent des limites de fonctionnement semblables à celles des services du 2.2.4, liées au nombre d'utilisateurs et à la qualité de l'information signalée par les utilisateurs (risque d'erreurs de positionnement ou de « farces »...), d'autant que les enjeux de distraction du conducteur dans le signalement sont importants (taille de l'écran notamment).

## 2.2.6 - Services d'information liés principalement à la gestion des flottes

Ce type d'offres est en général proposé par un constructeur automobile, à partir de technologies de type xFCD. Différents capteurs sont intégrés dans certains véhicules de la flotte. Une interface permet de récupérer les données acquises par chacun des véhicules (vitesse, température, pluie, conditions météo, détection d'incidents, vitesses instantanées, accélérations...). Ces données sont transmises sur un serveur par un moyen de communication mobile. À partir des données récupérées, de l'information trafic est produite, en général pour les clients du constructeur. La connaissance du nombre de véhicules en circulation sur le réseau routier est également utilisée pour générer des états de trafic.

Les limites de fonctionnement et d'utilisation sont naturellement liées au caractère « propriétaire » du service (limité aux véhicules de la marque – d'où un nombre de véhicules équipés limité).

En milieu urbain ou péri-urbain, on peut également citer les services fondés sur le suivi de VT (taxis, par exemple) par localisation GPS (services du type du 2.2.1, mais utilisés de manière précise pour des flottes). Des flottes de taxis peuvent alors être suivies dans les grandes agglomérations. Chaque taxi est localisé par GPS, en temps réel, et la donnée de localisation est transmise, par un moyen de communication mobile (GPRS...), au serveur FCD via le centre de commande des taxis. Le délai d'envoi des données FCD est compris entre 30 et 60 secondes. 

Les données peuvent ensuite être récupérées par des fournisseurs de service qui les traitent pour en déduire une information trafic. L'information principalement extraite de ces données concerne les temps de parcours. Cette info-traffic sera destinée à plusieurs usages (applications mobile, PND, gestionnaires de réseaux,...).

Les limites de fonctionnement portent principalement sur le nombre de véhicules équipés et le caractère parfois contraignant de l'environnement urbain pour la localisation GPS (pour lequel les réceptions sont plus imprécises à cause des réflexions dans un environnement urbain où les murs sont des obstacles à la propagation directe des ondes émises).

## 2.2.7 - Services d'information sur les conditions de circulation issus de la fusion de différentes sources mobiles

Ces services visent à exploiter un plus grand nombre de sources mobiles FMD (issues de différents opérateurs) pour atteindre des niveaux de qualité suffisants. L'idée est d'obtenir un accès aux MSC du plus grand nombre d'opérateurs, qui permet alors d'exploiter et de fusionner les données anonymes de signalisation des abonnés sur la route (services proches du 2.2.2, mais n'utilisent que les FMD).

Ces services fournissent des vitesses moyennes et des temps de parcours. Si ces services parviennent à améliorer la qualité de l'information grâce à une plus grande disponibilité de sources mobiles (agrégation de sources de plusieurs réseaux d'opérateurs différents), la précision de la localisation (250 m) reste une limite importante.

## 2.2.8 - Services d'information liés à la localisation *Bluetooth*

Des services se développent à base de capture d'adresses *Bluetooth*. Un capteur d'adresses *Bluetooth* peut être installé en bord de voie pour effectuer le comptage des véhicules équipés en systèmes *Bluetooth* (téléphone, navigateur GPS, casque moto, autoradio,...). Un capteur supplémentaire peut être installé pour mesurer la vitesse moyenne des véhicules. Ces capteurs *Bluetooth* sont reliés à une interface de recueil (type carte détecteur).

La station (ensemble capteur-détecteur) peut travailler soit en mode différé (rapport type compteur temporaire) soit en mode temps réel (rapport type station autoroutière). En temps réel, les données sont envoyées toutes les minutes par GPRS. En temps différé, le délai dépend de la période de comptage. Des stations bord de voie peuvent être installées pour du recueil temporaire ou permanent.

Les stations sont généralement espacées de plusieurs kilomètres entre elles et chacune recueille les identifiants (ID) des appareils *Bluetooth* (portables, radio, ordinateurs,...) passant dans le rayon de détection des capteurs *Bluetooth* (environ 100 mètres). Chaque passage d'un appareil *Bluetooth* est alors localisé et horodaté.

Les données peuvent être envoyées en temps réel (le délai d'envoi et le format des données peut être modifié) par internet, par le réseau mobile (GSM) ou stockées via une carte SD<sup>17</sup>. Un serveur central sur internet recueille les données transmises pour qu'elles soient traitées dans le but de fournir des vitesses moyennes et des temps de parcours.

Ces services peuvent fournir des temps de parcours, des vitesses instantanées/moyennes, des taux et temps d'occupation de parking, ainsi que des origines / destinations.

Les limites de fonctionnement sont principalement liées au taux d'équipements *Bluetooth*, aux coûts d'instrumentation et contrairement aux autres services, ce dernier a une couverture moins étendue spatialement (car liée aux stations en bord de voie).

---

17 SD : *Secure Digital* (Digital et sécurisé)

# Chapitre 3 : Comparaison qualitative

Les besoins du gestionnaire en connaissance du trafic et des événements sont liés à des impératifs de maintenance du réseau, de gestion de trafic sur le réseau, d'information de l'utilisateur et de sécurité vis-à-vis de ce dernier.

Pour mieux analyser les types d'offres précédentes, du point de vue du gestionnaire, on se propose d'établir une comparaison qualitative de ces offres avec le système fixe de recueil de données trafic majoritairement utilisé sur nos routes, c'est-à-dire le système de boucles électromagnétiques – Stations dites SIREDO (Stations Informatiques de Recueil de Données trafic).

Cette comparaison se base sur les besoins de connaissance du trafic (débit, vitesses, taux d'occupation, etc.) et les principales caractéristiques de qualité attendues (taux d'erreur, délai de mise à jour, etc.). Pour ce faire, le Tableau 1 présente, de façon qualitative à l'aide d'un code couleur, l'adéquation des offres par rapport aux différents items, y compris leur disponibilité.

Il convient de rappeler que cette appréciation est qualitative et concerne des types d'offres et non une offre en particulier. Les spécificités des différentes offres peuvent conduire à s'écarter de cette « appréciation qualitative moyenne » (et c'est d'ailleurs ce que cherchent à faire les acteurs sur les marchés en se différenciant).

De plus, il est à noter que, pour établir cette comparaison, seules les performances de la composante FCD/FMD des offres sont prises en compte (alors que certaines fusionnent des données de capteurs classiques - boucles, cf. Typologie simplifiée des offres).

Ces tableaux doivent donc être utilisés avec prudence, et ne se substituent pas à une analyse détaillée de la qualité, sur la base des performances affichées et/ou de tests validés.

## 3.1 - Besoins de connaissance du trafic

### **Besoins en temps réel**

Ces besoins sont nécessaires pour assurer une gestion du trafic en temps réel (régulation dynamique) ainsi que pour informer les usagers et maintenir leur sécurité.

En voici la liste qui sera intégrée dans le tableau de comparaison :

- débit tous véhicules (Q) ;
- vitesse moyenne (Vmoy) ;
- taux d'occupation (TO) ;
- temps de parcours (TP) ;
- détection automatique des bouchons, des congestions et de leur longueur (DAB) ;
- détection automatique des incidents (DAI).

### **Besoins en temps différé**

Ces besoins sont utiles pour effectuer des études statistiques sur le réseau (courbe de distribution des vitesses par catégorie, % de PL, etc.).

Voici la liste des éléments qui seront intégrés dans le tableau de comparaison :

- débit classifié (Qclas) ;
- vitesse moyenne.

### **Besoins en données individuelles**

Les données individuelles permettent une vue microscopique du trafic. Elles sont stockées véhicule par véhicule et voie par voie. Leur utilisation permet de faire des études en vue d'élaborer des stratégies d'exploitation (réduction des vitesses, interdiction de dépasser les poids lourds, etc.) ou de faire des enquêtes origine/destination dans le but de construire des Matrices Origine-Destination (utilité pour étudier l'opportunité d'une déviation, d'une rocade ou d'une voie de sortie).

Ces données peuvent couvrir les points suivants :

- l'horodate de passage du véhicule ;
- la vitesse moyenne entre deux points (V) ;
- le profil de vitesses par voie et par chaussée ;
- la longueur (LV) ;
- les temps et distances inter-véhiculaires (resp. TIV et DIV) ;
- les catégorie (catég) et poids du véhicule.

### **Autres mesures**

On peut citer d'autres mesures qui peuvent intéresser l'exploitant routier telles que les conditions météorologiques ou l'état de la chaussée.

### **Éléments qualitatifs sur l'adéquation aux besoins des différents types d'offres**

Le tableau suivant offre donc une vision qualitative illustrative en fonction des points abordés ci-avant :

Offres	Besoins de connaissance du trafic en temps réel								Besoins de connaissance du trafic en temps différé		Besoins en données individuelles						Autres mesures		
	Q	vitesses moyennes		TO	LV	TP	DAI	DAB	DIV - TIV	Q class	V	horo-date	profil de vitesses		LV	DIV - TIV		catég	poids
		par voie	par chaussée										par voie	par chaussée					
Standard (ex :SIREDO)																			
Services issus principalement de la fusion de données mobiles et fixes																			
Services issus principalement de la fusion de données flottantes et mobiles																			
Services issus principalement de données flottantes																			Comportement du véhicule
Services issus de la fusion de données flottantes, mobiles et fixes																			
Services communautaires événementiels sur données flottantes																			Présence de radars fixes et mobiles, zones à risques
Services communautaires événementiels sur données mobiles																			Présence de radars fixes et mobiles, limitations de vitesse.
Services issus de données de flottes propriétaires																			Conditions météorologiques ; état de la chaussée ; accélérations
Services de fusion de données mobiles																			
Services issus de données Bluetooth																			Matrice O/D ; taux et temps d'occupation de parking

(Code couleur : **vert** → disponible ; **rouge** → non disponible)

Tableau 1: éléments qualitatifs des offres

### Éléments de synthèse

De façon générale, les offres FCD, FMD ne permettent pas d'accéder à des mesures de débit, de taux d'occupation, de longueurs, de distances et temps inter-véhiculaires, et à des mesures de catégorie-poids. Ces offres ne permettent pas non plus d'accéder à des mesures voie par voie (d'une chaussée).

Cependant la majorité des types d'offres sont en mesure de fournir des mesures de vitesse, de temps de parcours et de détection de bouchon.

De plus, certaines offres proposent d'autres mesures telles que :

- les conditions météorologiques ;
- l'état de la chaussée ;
- l'accélération ;
- des matrices Origine/Destination ;
- la pollution de l'air ;
- le comportement du véhicule (accès au bus CAN du véhicule) ;
- les événements : présence de travaux, stations services à bas prix, radars fixes et mobiles ;
- les limitations de vitesse ;
- le taux et le temps d'occupation d'un parking ;
- les zones accidentogènes.

Ces dernières offrent des informations utiles aux utilisateurs et selon une variété importante permettant de couvrir un large éventail de besoins.

## 3.2 - Caractéristiques de qualité attendues

Comme indiqué ci-dessus, le Tableau 1 ne donne qu'une appréciation « à grosses mailles » et binaire de l'adéquation des différents types d'offres aux besoins des gestionnaires. Ils doivent être complétés d'une analyse détaillée de la qualité, sur la base des performances affichées et/ ou de tests validés. Pour conduire cette analyse détaillée spécifique à chaque offre, ce paragraphe propose les principales caractéristiques de qualité auxquelles il convient de prêter attention, et qui permettent notamment des comparaisons avec les critères exigés pour les systèmes fixes de recueil de données trafic actuels qu'ils soient intrusifs ou non intrusifs.

Ces critères portent, entre autres, sur :

- les taux d'erreur indépendamment des conditions de circulation (en % de la mesure) (V : vitesse ; TP : temps de parcours ; DAB : détection automatique de bouchons) : cette mesure permet de quantifier les erreurs ;
- la localisation des véhicules traceurs (précision) ;
- le délai de mise à jour (important selon l'utilisation des informations et pour leur pertinence) ;
- la couverture du réseau routier (ponctuel, extensif...) : des précisions peuvent être apportées concernant la validité statistique des données par exemple ;
- la continuité de service (disponibilité temporaire) (taux en %) : cette mesure offre une indication sur l'utilisation possible des services selon la période de la journée notamment ;
- l'indicateur de fiabilité (critère de jugement interne de la qualité de l'information transmise pour apporter des aides d'utilisation) ;
- l'intégration dans l'existant (partenariat avec les gestionnaires, compatibilité) : critère portant sur les aspects plus pragmatiques des offres.



# Chapitre 4 : Apports et domaines de pertinence des FCD et FMD pour le gestionnaire

## 4.1 - Apport des FCD et FMD pour les besoins actuels du gestionnaire de réseau

Les données FCD et FMD sont de plus en plus présentes, et le taux d'équipements permet aujourd'hui d'avoir une idée assez précise sur des conditions de trafic. Les besoins de connaissance du trafic ont été abordés dans le chapitre précédent et ont alors soulevé la question de la pertinence des données FCD et FMD. Certains points peuvent donc être développés :

### 4.1.1 - Vitesses moyennes ( $V_{\text{moy}}$ )

La vitesse moyenne individuelle d'un mobile est définie comme le rapport de la distance par le temps :

$$V_{\text{moy}}(m.s^{-1}) = \frac{D(m)}{T(s)}$$

On peut calculer sur un tronçon de route ou en un point de cette dernière, la  $V_{\text{moy}}$  des véhicules passant par celui-ci. Des capteurs de trafic routier, et notamment les boucles électromagnétiques (standard SIREDO), calculent en temps réel et différé les vitesses moyennes individuelles de chaque véhicule et les agrègent afin de donner la vitesse moyenne d'un flot de véhicules sur une période de temps donnée.

Pour un véhicule traceur, on calcule sa vitesse moyenne comme la distance parcourue entre deux positions (communiquées par le véhicule ou la balise fixe) divisée par le temps de parcours entre ces deux positions. Il est donc possible, à partir d'un flot de VT, d'en calculer la vitesse moyenne.

Les vitesses moyennes mesurées par les boucles SIREDO ont un taux d'erreur d'environ 5%. S'agissant des véhicules traceurs, il est difficile d'établir une généralité sur la qualité des vitesses moyennes mesurées, car le référentiel de validation est difficile à mettre en œuvre. En effet, les opérateurs de flotte et les opérateurs mobiles utilisent chacun différentes méthodes / technologies de recueil, ce qui nécessite un procédé de validation des  $V_{\text{moy}}$  pour chacune de ces méthodes.

Il est néanmoins possible de comparer les données FCD et FMD avec les données issues de boucles qui, en France, restent la référence en termes de capteurs de trafic routier et ces données sont parfois suffisantes pour connaître des informations en termes de trafic, mais parfois insuffisamment précises pour pouvoir les utiliser de manière précise pour de la gestion dynamique de trafic. Pour autant, la précision des données est un sujet assez traité aujourd'hui, et la précision des données devrait donc vraisemblablement s'améliorer.

Les évaluations disponibles tendent à montrer que les données de véhicules traceurs peuvent présenter une bonne corrélation avec celles des boucles. Ces sources de données sont également complémentaires avec les systèmes de recueil fixes, car leur grande couverture spatiale permet de fournir des données aux endroits où la couverture en systèmes classiques est faible ou nulle.

## 4.1.2 - Temps de parcours moyen (TP)

Le temps de parcours (TP) individuel est le temps qu'il faut pour un véhicule pour effectuer un trajet entre deux points d'un axe routier. Ce temps de parcours peut être mesuré, prédit, ou estimé. Pour un ensemble de véhicules, on parle de temps de parcours moyen sur une période donnée.

Pour estimer ce TP à partir des boucles, les exploitants français de VRU utilisent la méthode de la vitesse moyenne (cf [1]). Le TP calculé est par nature un TP instantané calculé sur chaque tronçon défini par la présence d'une ou deux boucles. La somme de ces TP permet de calculer le temps de parcours (reconstitué) de l'itinéraire empruntant la route instrumentée. Des expérimentations ont été menées à plusieurs reprises, et quelques conclusions ont mené à des taux d'erreur de l'ordre de 10 % à 20 % sur les TP calculés issus des données FCD utilisées comme référence (cf [2]).

Quant aux véhicules traceurs (VT), leur temps de parcours est calculé en relevant régulièrement leurs horodates de passage ( $TP(x_1 \rightarrow x_2) = t(x_2) - t(x_1)$ ). Il est donc possible de calculer, à partir des VT, des TP individuels sur un tronçon de route et d'en calculer la moyenne.

De plus, la grande couverture spatiale de ces VT permet d'accéder à des temps de parcours aux endroits où la couverture des boucles est faible ou nulle. En effet, les véhicules traceurs bénéficient de la couverture du réseau mobile (FMD) et des réseaux satellitaires (FCD).

## 4.1.3 - La DAB (Détection Automatique de Bouchons)

Un bouchon est caractérisé « par une zone de congestion délimitée en aval par un point de contrainte (la tête du bouchon) et en amont par une discontinuité de concentration (queue de bouchon) ».

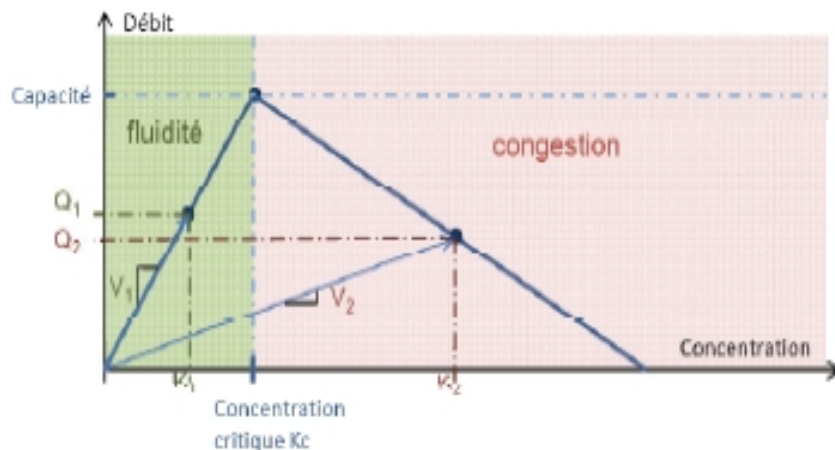


Illustration 8: Exemple de conditions de trafic sur un diagramme fondamental simplifié (source : Certu)

Cette situation de congestion locale peut se déterminer par la concentration, la vitesse ou encore l'observation. En ce qui concerne les véhicules traceurs, la détermination de la congestion se fait par l'interprétation de la concentration (ou plutôt « densité » pour les FMD) et de la vitesse observée.

Les véhicules traceurs permettent potentiellement de détecter le bouchon par l'intermédiaire de la mesure :

- de leur densité sur une section pour les FMD : appels téléphoniques dans les bouchons, utilisation de smartphones accrue... ;
- de leur vitesse moyenne (FCD, FMD) : chute brutale de la vitesse.

Nous pouvons donc avoir une localisation géographique du bouchon grâce aux données FCD, FMD, sa durée (entre le moment où la vitesse moyenne des VT chute et celui où leur vitesse croît) et son extension géographique.

Cependant, il est important de noter que les véhicules traceurs ne représentent qu'une fraction du trafic total. L'utilisation de données de véhicules traceurs nécessite un effort d'interprétation et d'extrapolation important afin de produire une détection de bouchons fiable et correspondant à la réalité.

Plusieurs constructeurs automobiles se penchent alors sur la question du taux de pénétration minimal pour recueillir des données fiables. En 2005 on estime alors qu'un taux de pénétration de VT de l'ordre de 1,5 % à 2 % au moins est requis pour une bonne détection d'incidents (bouchon, accident,...) aux heures de pointes.

#### 4.1.4 - Matrices Origine – Destination (M O/D)

Les Matrices Origine/Destination (M O/D) sont des matrices comportant en entrée des lieux d'origine et en sortie des lieux de destination. En général, une zone étant établie, les origines et les destinations sont les mêmes lieux. À un couple Origine/Destination correspond un nombre de véhicules empruntant le trajet associé. Ces M O/D sont, par exemple, élaborées en amont de projets routiers (construction d'une chaussée ou aménagement, modification d'une chaussée existante) dans le but d'en étudier l'opportunité, ou utilisées afin de mieux connaître le trafic empruntant le réseau étudié. Parfois, une distinction matin/soir pourra aussi être menée, signalant des dissymétries, propres à des mouvements pendulaires.

		Destinations			
		L1	L2	L3	L4
Origines	L1	100	200	300	300
	L2		10	50	200
	L3			10	100
	L4				100

Illustration 9: Exemple de M O/D

L'élaboration des M O/D nécessite des enquêtes Origine-Destination sur le terrain. Elles peuvent durer plusieurs jours pour le recueil (caméras, œil humain) ainsi que pour le traitement. Les données recueillies sont individuelles (véhicule par véhicule).

L'intérêt des véhicules traceurs pour cet usage est de le suivre sur un itinéraire depuis son lieu d'Origine jusqu'à son lieu de Destination. Les données individuelles recueillies peuvent être relativement précises (FCD) et fournir une information exhaustive sur les trajets empruntés par chaque véhicule sur le réseau étudié. Attention toutefois à la représentativité des trajets observés.

## 4.2 - Domaines de pertinence des FCD et FMD

S'il existe des besoins de connaissance du trafic pour lesquels les FCD et FMD présentent *a priori* une pertinence, cette pertinence doit être examinée au regard des conditions de trafic, le taux d'équipement ou la disponibilité des dispositifs embarqués (mobiles, PND).

### 4.2.1 - Vitesse moyenne (flot de véhicule) et temps de parcours

Le tableau suivant établit une comparaison entre les FCD et les FMD sur la capacité de ces données à fournir des informations pertinentes sur les vitesses moyennes et les temps de parcours, ceci en fonction des conditions de trafic, du taux d'équipement et autres.

Type de données	Conditions de trafic		Taux d'équipement en systèmes embarqués		Disponibilité des systèmes embarqués		Taille des cellules du réseau mobile		Plages horaires		Type d'environnement			
	Fluide	Congestionné	< 2%	≥ 2%	En marche	En communication	Micro cellule	Macro cellule	Nuit (de 00:00 à 06:00)	Jour (de 06:00 à 00:00)	Urbain	Péri-Urbain	Rural	Tunnels
FCD	Vert	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Rouge
FMD	Vert	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert

(Code couleur : **vert** → pertinent ; **rouge** → a priori difficile ; **vide** → pas d'information)

Tableau 2: Pertinence pour les vitesses et temps de parcours

L'utilisation des FCD pour la mesure de vitesses moyennes et des temps de parcours est appropriée pour la majorité des critères de pertinence énoncés dans le tableau ci-dessus. Les seuls inconvénients notables sont :

- la perte de signal dans les endroits abrités comme les tunnels, cela peut affecter la qualité des données associées ;
- un taux d'équipement minimum en systèmes embarqués à respecter.

Quant aux FMD, il existe des limites importantes à leur utilisation pour fournir des vitesses moyennes et des temps de parcours :

- les téléphones mobiles doivent être en communication ou en veille pour fournir une donnée significative (faible disponibilité) ;
- il existe un fort taux de données FMD manquantes au cours de la nuit ;
- pour les temps de parcours, la précision des données FMD n'est pas toujours adaptée ;
- la multiplicité des sources mobiles en environnement urbain (piétons, motos, bus,...) peut compliquer le recueil de FMD.

## 4.2.2 - DAB

Le tableau suivant établit une comparaison entre les FCD et les FMD sur la capacité de ces données à fournir des informations pertinentes sur la présence de bouchons, ceci en fonction du taux d'équipement, de disponibilité et autres.

Type de données	Taux d'équipement en systèmes embarqués		Disponibilité des systèmes embarqués		Taille des cellules du réseau mobile		Plages horaires		Type d'environnement			
	< 2%	> 2%	En marche	En communication	Micro cellule	Macro cellule	Nuit (de 00:00 à 06:00)	Jour (de 06:00 à 00:00)	Urbain	Péri-Urbain	Rural	Tunnels
FCD	rouge	vert	vert	vide	vide	vide	vert	vert	vert	vert	vert	rouge
FMD	vide	vide	rouge	vert	vert	vert	rouge	vert	rouge	vide	vide	vert

(Code couleur : **vert** → pertinent ; **rouge** → a priori difficile ; vide → pas d'information)

Tableau 3: Pertinence pour la DAB

L'utilisation des FCD pour la DAB ne montre pas d'inconvénients au regard des critères ci-dessus, si ce n'est :

- la perte de signal dans les endroits abrités comme les tunnels, cela peut affecter la qualité des données associées ;
- un taux d'équipement minimum en systèmes embarqués à respecter.

Quant aux FMD, il n'existe pas non plus d'inconvénients majeurs à leur utilisation pour la DAB. Pourtant :

- les téléphones mobiles doivent être en communication ou en veille pour fournir une donnée significative (faible disponibilité) ;
- il existe un fort taux de données FMD manquantes au cours de la nuit (mais la période est souvent peu gênante pour les bouchons) ;
- la précision des données FMD n'est pas toujours adaptée à l'identification claire d'un bouchon ;
- la multiplicité des sources mobiles en environnement urbain (piétons, motos, bus,...) peut compliquer le recueil de FMD.

Par ailleurs, les usagers pris dans les bouchons se mettent à téléphoner et augmentent le nombre de signalements de positions de mobiles dans un tronçon (sans toutefois pouvoir différencier les chaussées s'il y a plusieurs chaussées). Les FMD peuvent ainsi améliorer la détection géographique des bouchons (information de densité sur un tronçon).

## 4.2.3 - Matrice Origine/Destination

Le tableau suivant établit une comparaison entre les FCD et les FMD sur la capacité de ces données à fournir des informations pertinentes pour l'alimentation des matrices Origine/Destination, ceci en fonction des conditions de trafic, du taux d'équipement, de disponibilité et autres.

Type de données	Conditions de trafic		Taux d'équipement en systèmes embarqués		Disponibilité des systèmes embarqués		Taille des cellules du réseau mobile		Plages horaires		Type d'environnement			
	Fluide	Congestionné	< 2%	≥ 2%	En marche	En communication	Micro cellule	Macro cellule	Nuit (de 00:00 à 06:00)	Jour (de 06:00 à 00:00)	Urbain	Péri-Urbain	Rural	Tunnels
FCD														
FMD														

(Code couleur : **vert** → pertinent ; **rouge** → a priori difficile ; vide → pas d'information)

Tableau 4: Pertinence pour les Matrices Origine/Destination

L'utilisation des FCD pour l'alimentation des M O/D ne montre pas d'inconvénients au regard des critères de pertinence ci-dessus, si ce n'est :

- la perte de signal dans les endroits abrités comme les tunnels, cela peut affecter la qualité des données associées ;
- un taux d'équipement inconnu en systèmes embarqués à respecter.

Quant aux FMD, en fonction de la précision attendue des M O/D, on peut invoquer les mêmes écueils que précédemment :

- les téléphones mobiles doivent être en communication ou en veille pour fournir une donnée significative (faible disponibilité) ;
- il existe un fort taux de données FMD manquantes au cours de la nuit ;
- la précision des données FMD n'est pas toujours adaptée aux origines/destinations identifiées ;
- la multiplicité des sources mobiles en environnement urbain (piétons, motos, bus,...) peut compliquer le recueil de FMD.

Ces derniers semblent ainsi moins bien indiqués pour exploiter les données et en tirer des M O/D.

# Chapitre 5 : Éléments de conclusion



Le marché des données trafic « mobiles » se développe rapidement en France comme à l'étranger. Les données issues des FCD et FMD font déjà l'objet d'offres commerciales aux fournisseurs d'information routière, ainsi que pour des exploitants routiers.

Il apparaît que ces données peuvent présenter une pertinence pour certains besoins de connaissance du trafic de l'exploitant routier tels que la DAB, les vitesses moyennes, le temps de parcours ou l'alimentation des Matrices Origine/Destination.

L'analyse succincte des domaines de pertinence des FCD et FMD pour les besoins ci-dessus suggère qu'il est possible de fournir, à partir des FCD et FMD, des données statistiquement significatives qu'elles que soient les conditions de trafic (et plus particulièrement en situation de congestion) et la taille des cellules du réseau mobile (valable aussi pour la configuration du réseau mobile). Cependant :

- Le type d'environnement autour du réseau routier peut influencer la qualité du recueil. Ainsi il n'y a pas de recueil de FCD dans les tunnels (perte de signal) et le recueil de FMD se révèle difficile en milieu urbain (du fait de la multiplicité des sources et certainement de la méthode de recueil des opérateurs).
- Des plages horaires sont plus pertinentes que d'autres. Pour les FMD, on observe un fort taux de données manquantes la nuit (entre minuit et 6h), ce qui pose des problèmes de disponibilité et de quantité de données. Pour les FCD, il y a une continuité du recueil sur toute la journée mais cette continuité dépend, dans le cas d'un système de recueil FCD dit « actif », du nombre de véhicules équipés et de la volonté de l'opérateur de flotte de payer la communication mobile pour fournir des positions à intervalles réguliers (plus la fréquence d'envoi des positions est importante et plus les données seront nombreuses).
- Même s'il n'y a pas encore assez de données pour qualifier le taux d'équipement adéquat en VT sur un réseau, on peut dire que plus celui-ci est élevé plus les FCD et FMD sont fiables.
- La disponibilité du recueil FMD dépend de l'utilisation en communication ou veille du téléphone mobile ; la continuité de la mesure dans le temps et l'espace n'est donc pas assurée.

Les perspectives d'utilisation de ces données couvrent également d'autres aspects utiles :

- les conditions météorologiques sur le réseau routier ;
- l'état de la chaussée (verglas, *aquaplaning*,... ) ;
- la pollution de l'air sur le réseau routier ;
- le comportement du véhicule (bus CAN, capteurs intégrés dans le véhicule) ;
- le taux et le temps d'occupation d'un parking (par le *Bluetooth* notamment) ;
- les zones accidentogènes.

Ainsi, il apparaît que les FCD et FMD, grâce principalement à la fusion de données, basée sur la complémentarité des sources de données (systèmes classiques, véhicules traceurs,...), sont en mesure d'enrichir un système de recueil de données basé uniquement sur des stations fixes, sous réserve que leurs conditions de validité, les principes de la fusion et la qualité qui en résulte soient bien maîtrisés par le gestionnaire. Le présent rapport a ébauché une analyse de pertinence qui devrait être poursuivie par une connaissance plus fine des pratiques de fusion des données, qui se heurte néanmoins au secret commercial attaché aux algorithmes qui font la valeur commerciale des services sur le marché.

On rappelle que ce rapport ne traite pas des questions de la compatibilité avec les règles de respect de la vie privée, notamment les dispositions de la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978, applicable en matière de collecte et de traitements de données nominatives. Cette question doit être traitée en plus des éléments de pertinence technique abordés dans ce rapport.

# Chapitre 6 : Lexique

## **BEIDOU**

Système de positionnement par satellites chinois, également connu sous le nom COMPASS.

## **Bluetooth**

Le *Bluetooth* est une technologie de communication sans-fil de faible portée (d'une dizaine de mètres jusqu'à une centaine de mètres) ayant pour objectif de transmettre des données ou de la voix entre des équipements possédant un circuit radio de faible coût et avec une faible consommation électrique.

## **DSRC**

*Dedicated Short Range Communications*. C'est un protocole de communication situé dans une gamme de fréquence radio aux alentours des 5,8-5,9 Ghz.

## **GALILEO**

Galileo est un projet européen de Système de Positionnement par Satellites. Il sera opérationnel en 2014 et ouvert au grand public.

## **GLONASS**

GLONASS est l'acronyme de *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*. C'est un système de positionnement par satellite, créé par la Russie, opérationnel et ouvert au grand public.

## **GNSS**

GNSS est l'acronyme de *Global Navigation Satellite System*. En français, cela signifie Système de Géolocalisation par Satellite.

## **GPRS**

GPRS est l'acronyme de *General Packet Radio Service*. C'est une norme de téléphonie mobile à mi-chemin entre le GSM (2e génération) et l'UMTS (3e génération) permettant un débit de données plus élevé.

## **GPS**

GPS est l'acronyme de *Global Positioning System*. C'est un système de positionnement par satellite opérationnel et accessible au grand public. Ce système a été créé par les États-Unis.

Le GPS Assisté (pour les mobiles équipés de récepteur GPS), nommé A-GPS, consiste, de la part d'un mobile, à envoyer une requête au serveur A-GPS de l'opérateur (via le réseau GSM, GPRS, EDGE ou UMTS), préalablement à la recherche des signaux GPS, pour que celui-ci lui renvoie la liste des satellites auxquels il doit se connecter. D'une part ceci permet d'accélérer la recherche des satellites et donc le calcul de la position du mobile. D'autre part, la précision du positionnement est augmentée.

## **GSM**

GSM est l'acronyme de *Global System for Mobile communications*. En français, cela signifie Système de radio téléphone numérique cellulaire.

## **Handover (GSM)**

Le *handover* ou transfert-intercellulaire est le changement de station de base permettant la continuité d'une communication (voir Illustration 7).

## **MSC (GSM)**

MSC est l'acronyme de *Mobile Switch Center* (Centre de commutation des services mobiles). C'est un autocommutateur qui assure les commutations nécessaires afin d'aiguiller les communications vers la MSC du correspondant ou vers d'autres réseaux (téléphonique, internet, etc..) à travers des interfaces appropriées.

## **OBU**

*On Board Unit* : appareil embarqué.

### **PND**

PND est l'acronyme de *Personal Navigation Device*. En français, Assistant de Navigation Personnel. Il fonctionne grâce à la réception des signaux GNSS.

### **RSU**

*Road Side or Safety Unit* : unité sur bord de route ou unité de sécurité de la route.

### **RFID**

*Radio Frequency Identification* : en français « radio-identification » : c'est une méthode permettant de récupérer des données à distance par des fréquences radio.

### **Traceurs**

Il existe autant de types de véhicules traceurs que de véhicules (hors vélos) : les véhicules particuliers, notées également VP (voiture, deux roues motrices), les taxis, les transporteurs routiers ou les bus, par exemple. Pour le réseau urbain, les VP, taxis et bus peuvent être considérés comme de bons traceurs, car ils sont représentatifs du trafic. À plus grande échelle (autoroutes), ce sont plutôt les transporteurs routiers (trafic poids lourd) et les VP.

### **UMTS (3G)**

UMTS est l'acronyme de *Universal Mobile Telecommunications System*. C'est une norme de téléphonie correspondant à la 3e génération et permettant un débit de données plus élevé que le GSM et le GPRS.

### **WI-FI**

Wi-Fi est la contraction de *Wireless-Fidelity*. C'est un ensemble de protocoles de communication sans-fil permettant de relier sans-fil plusieurs appareils informatiques au sein d'un réseau informatique. Un transfert de données assez élevé est permis.

# Bibliographie

[1] : Certu, *Comprendre le trafic routier*, 2010

[2] : Certu, *Les temps de parcours*, 2008

## ***Pôles de Compétences et d'Innovation***

### ***"Régulation dynamique des réseaux de transport" (RDRT)***

*Ce document a été élaboré sous le pilotage du Sétra par le PCI RDRT.*

- *Le PCI RDRT a pour objectifs d'apporter les éléments de diagnostic et d'évaluation nécessaires à l'élaboration et la mise-en œuvre des stratégies, mesures et systèmes de régulation des flux de transports, notamment dans une logique multimodale.*

Le PCI RDRT est situé au CETE de Lyon et CETE Île-de-France.



## **Rédacteurs**

**Dominique GUICHON – Cété Île-de-France**

mél : [dominique.guichon@developpement-durable.gouv.fr](mailto:dominique.guichon@developpement-durable.gouv.fr)

**Florian PIEL – Cété Île-de-France**

mél : [florian.piel@developpement-durable.gouv.fr](mailto:florian.piel@developpement-durable.gouv.fr)

## **Référents Sétra**

**Marie-Christine ESPOSITO – Sétra**

mél : [dour.cstm.setra@developpement-durable.gouv.fr](mailto:dour.cstm.setra@developpement-durable.gouv.fr)

**Boris LY – Sétra**

mél : [boris.ly@developpement-durable.gouv.fr](mailto:boris.ly@developpement-durable.gouv.fr)

### **Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements**

110, rue de Paris - SOURDUN – BP 124 – 77487 PROVINS Cedex – France  
téléphone : 33 (0)1 60 52 31 31 – télécopie : 33 (0)1 60 52 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :

- Internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr>
- Intranet (Réseau ministère) : <http://intra.setra.i2>

*Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.  
En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.*

© 2013 Sétra – Référence : 1319w – ISRN : EQ-SETRA—13-ED17—FR

Le Sétra appartient  
au Réseau Scientifique  
et Technique  
du MEDDE

