

Systemes de transport intelligents – Aspect véhicule



Etudiants :

Lucie BOURSIER

Fangzhi DONG

Florian GANEE

Bérangère CHANAL

Thomas DURAND

Florian PAINDORGE

Enseignant-responsable du projet :

Amnir HADACHI

Date de remise du rapport : 18/06/12

Référence du projet : STPI/P6-3/2012 – 52

Intitulé du projet : **Systèmes de transport intelligents – Aspect véhicule**

Type de projet : **expérimentation, bibliographie**

Objectifs du projet :

- **Les objectifs sont de découvrir les systèmes de transport intelligents : ce qui a déjà été fait, ce qui est en cours de développement et les pistes de recherches pour le futur.**
- **Pour concevoir un véhicule intelligent, quelles sont les adaptations à appliquer à ce véhicule ? Nous devons donc nous demander quelles sont les technologies nécessaires à son bon fonctionnement.**
- **Qu'est-ce qui existe déjà? Il est intéressant d'observer les projets actuels et les applications pratiques des systèmes de véhicules intelligents.**

Mots-clefs du projet : **Transport, Cyber-cars ; Capteurs ; PUMAS**

Sommaire

1. INTRODUCTION	5
2. Méthodologie et organisation du travail	6
3. Travail réalisé et résultats	8
3.1. Capteurs	8
3.1.1. Capteur de vitesse.....	8
3.1.2. Capteurs d'informations sur le véhicule.....	8
3.1.3. Technologies de guidage et d'évitement d'obstacles	8
3.1.4. Capteur de type magnétorésistif (MR).....	9
3.1.5. Capteur de type optoélectronique.....	10
3.1.6. Caméras et stéréovision.....	10
3.1.7. Radar	11
3.1.8. Laser couplé à un système de détection	12
3.2. Aspect coopératif	12
3.2.1. Communication V2V (Vehicle to Vehicle).....	12
3.2.2. Communication infrastructure-véhicule.....	14
3.3. Applications.....	16
3.3.1. Ce qui existe	16
3.3.2. Projets.....	19
3.3.3. Pôles de recherche	21
4. CONCLUSION	25
Apports personnels	26
5. Bibliographie.....	27
6. ANNEXES	29
Documentation technique	29

NOTATIONS, ACRONYMES

PUMAS : Plateforme Urbaine de Mobilité Avancée et Soutenable

ABS : Anti-block Brake System

STI : systèmes de transport intelligents

V2V : Vehicle to Vehicle (véhicule à véhicule)

1. INTRODUCTION

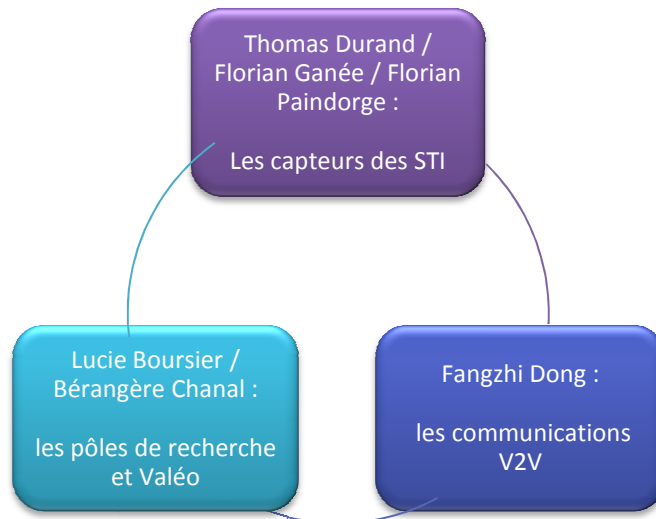
Dans le cadre du projet P6, nous avons choisi de travailler sur les véhicules intelligents, et plus précisément sur l'aspect véhicule du sujet. Bien que nous sachions tous dans les grandes lignes ce qu'est un véhicule intelligent, le domaine est vaste et en constant progrès, ce qui nous permet d'avoir toujours plus à découvrir. A quoi ressemblera le véhicule du futur ? Quelles technologies le rendront possible ? Deux questions qui nous ont suivi tout au long de ce projet.

Nos objectifs, en grande partie de nature bibliographique, étaient de découvrir la notion de véhicule intelligent et les technologies relatives : les capteurs, les détecteurs, et les outils informatiques pour interpréter, traduire et transmettre les signaux. Nous avons pu étudier les avancées actuelles dans ce domaine, et les nouveautés en développement qui seront peut-être distribuées à grande échelle dans quelques années. La majorité des étudiants de notre groupe souhaitant s'orienter vers le département Architecture des Systèmes d'Information, il est probable que les connaissances acquises au cours du semestre puissent nous resservir plus tard.

Trois autres groupes en parallèle s'occupaient de l'aspect route du véhicule intelligent, et du projet PUMAS, aspect collecte des données et aspect prétraitement des données. Nous avons donc pu étoffer les aspects pratiques de notre projet avec l'exemple du projet PUMAS. Des étudiants de département qui travaillent sur le projet PUMAS à plus haut niveau, le responsable d'un projet de véhicule autonome Alberto Broggi, et d'autres intervenants sont venus nous présenter leur travail sur des sujets proches du notre, ce qui nous a permis une approche différente de nos recherches.

2. Méthodologie et organisation du travail

Nous avons tout d'abord, pour les premières séances, fait des recherches sur notre sujet pour mieux le comprendre. Nous avons séparé les recherches et la rédaction de la première présentation sous cette forme :



Ensuite, au cours des séances, nous avons recueilli des informations en prenant des notes lors de présentation ou conférences.

Pour finir, nous nous sommes répartis sur le plan final de la façon suivante :

Lucie Boursier	<ul style="list-style-type: none">• Mise en page des informations déjà rédigées• Répartitions des capteurs dans leur catégorie correspondante
Bérangère Chanal	<ul style="list-style-type: none">• Introduction• Contexte et objectifs
Fangzhi Dong	<ul style="list-style-type: none">• Projet PUMAS
Thomas Durand	<ul style="list-style-type: none">• Google Car• Ajout des capteurs manquants
Florian Ganée	<ul style="list-style-type: none">• Conférence d'Alberto Broggi• Présentation de RTMaps
Florian Paindorge	<ul style="list-style-type: none">• Méthodologie et organisation du travail• Organigramme des tâches

De plus, nous avons tous participé pour l'apport personnel, les perspectives et la bibliographie.

En effet, ayant eu les données et les informations au fur et à mesure de l'avancement de notre projet, il ne nous restait plus qu'à rassembler au propre à la fin, en prenant soin à chaque fois cependant de mettre au propre nos notes et de les réunir après chaque séance.

3. Travail réalisé et résultats

3.1. Capteurs

3.1.1. Capteur de vitesse

Sur une voiture, la roue possède des dents aimantées, séparées d'intervalles identiques. Deux peuvent être retirés pour permettre au capteur de déterminer la position des pistons du moteur.

Le principe du capteur à effet Hall est le suivant : lorsque qu'une dent passe, il délivre une petite tension (pôle nord) et lorsque que c'est un creux, il ne délivre rien.

Le capteur donne au calculateur les informations de tension et de position des pistons, qui va pouvoir calculer la vitesse ainsi que par exemple le moment d'injection et l'avance à l'allumage.

3.1.2. Capteurs d'informations sur le véhicule

3.1.2.1. Les capteurs de température

Il en existe trois types :

- Température d'air d'admission et température d'eau moteur : ces données sont importantes pour le bon fonctionnement du véhicule.
- Capteurs CTP : Coefficient de Température Positif : dans ce cas, le capteur est une résistance dont la valeur augmente avec la température, et le courant qui passe donne la valeur de la température.
- Capteurs CTN : Coefficient de Température Négatif : à l'inverse, plus la température augmente, plus la résistance de celui-ci diminue, mais le principe est le même.

3.1.2.2. Les capteurs de pression

On en distingue deux sortes :

- Les matériaux piézo-électrique (comme le quartz) permettent une mesure de la pression, car ils y réagissent en changeant le courant qui les parcourt.
- La pression des pneus, ou du carburant dans le moteur, peuvent par exemple être déterminées de cette façon.

3.1.2.3. Les capteurs spécifiques

- Le capteur d'oxygène, situé dans les pots d'échappement, sert à déterminer la quantité d'oxygène présent.
- Il est constitué de céramique et d'électrodes ; il fonctionne comme une pile à concentration d'oxygène.
- Il fournit une tension, qui est d'environ 1 V quand il y a trop d'oxygène et de 0.1 V quand il y en a trop peu.

3.1.3. Technologies de guidage et d'évitement d'obstacles

Les technologies qui peuvent être utilisées, ou bien qui sont utilisées dans les Cybercars et le projet PUMAS :

- Parmi les méthodes de guidage :
 - il existe le guidage par induction qui consiste à mesurer l'induction à partir d'un fil alimenté par un courant alternatif sur le sol. L'information est lue par un capteur d'induction.
 - Dans le passé, était utilisée la méthode de guidage magnétique. Cette méthode fonctionne sur les trajectoires planes. Elle consiste à introduire des aimants dans la chaussée. Lorsqu'ils sont détectés par les capteurs placés dans le véhicule, le système de navigation du véhicule ressort la position relative de ce dernier.
 - Une méthode améliorée du guidage magnétique est le guidage par transpondeurs. Les aimants sont dits « intelligents » car ils fournissent au système leur position, leur identifiant, et quelques caractéristiques du réseau. Autrement, le système fonctionne de la même manière que le guidage magnétique.
 - La localisation laser sur cibles est une technique qui fonctionne grâce à un laser qui réalise un scan sur 360°, tout autour du véhicule, pour détecter les éléments alentour. Il est aussi question de la mesure du temps de vol du faisceau laser afin de détecter la distance des éléments. Un inconvénient est que des réflecteurs sont nécessaires pour que ce dispositif fonctionne.
 - Il faut rappeler la méthode du guidage par satellite (GPS) qui est décrite précédemment.
 - Enfin il existe la méthode de guidage par la navigation inertielle. Cela consiste à maintenir une position relative par intégration constante des valeurs d'un capteur de mouvements comme l'accéléromètre, le gyromètre etc. Par exemple, il faudrait intégrer selon le déplacement horizontal et le déplacement vertical pour un avion en décollage. En revanche, un inconvénient pour cette méthode est qu'il faut recalibrer la position relative du véhicule lors des longs trajets.

- Parmi les méthodes pour éviter les obstacles :
 - il y a la détection par ultrason très utilisé dans l'industrie automobile. Il s'agit en fait du même fonctionnement que pour un sonar. Le temps mis par l'onde pour atteindre un élément environnant et revenir vers l'émetteur du son est mesuré, ce qui permet de déterminer la distance de cet élément.
 - Mais aussi, le scanner laser qui est le détecteur d'obstacles le plus utilisé sur les véhicules automatisés en industrie. Ce dispositif est basé sur un rayon laser placé horizontalement qui donne la distance et l'angle de tous les objets rencontrés dans ce plan. Son rayon d'action est d'environ 50 m.
 - Viennent ensuite les ondes radar courtes et longues. Les courtes sont utilisées principalement pour l'aide au stationnement, le régulateur de vitesse, le système STOP&START, la détection d'angle mort et le stationnement automatique. Quant aux ondes radar longues, il est possible de rencontrer de dispositifs différents : le balayage peut être mécanique (des parties mécaniques font bouger le rayon horizontalement), ou bien il peut être électronique (une antenne fait bouger le rayon à travers l'ensemble des circuits électroniques). Les radars utilisent le signal Doppler pour la mesure directe de vitesses. Un autre avantage des signaux radars peuvent être cachés derrière des parties en plastique, telles que les pare-chocs, ce qui est un réel avantage visuel.

3.1.4. Capteur de type magnétorésistif (MR)

Ce capteur est composé d'un élément dit magnétorésistif, revêtu d'une alternance de couches de Permalloy (alliage magnétique de fer (15%) et de nickel (80%)) et de silicium. Ces couches modifient la résistance ohmique en fonction de l'intensité et de la direction du champ magnétique (face Nord ou Sud). L'élément magnétorésistif est incorporé dans un pont de Wheaston afin d'en mesurer sa résistance. Une mesure de tension est effectuée au passage des champs magnétiques. La variation de tension entraîne la formation d'un courant dont l'intensité varie entre deux valeurs : 7 ou 14 mA. Ces différentes valeurs d'intensité vont alors créer une tension en créneaux. La fréquence de cette tension représente la vitesse de rotation de la roue.

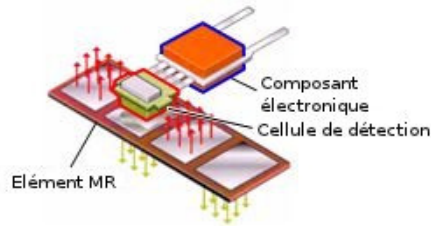


Schéma d'un capteur de type magnétorésistif

3.1.5. Capteur de type optoélectronique

Ce type de capteur est composé d'un disque avec fenêtres (comprendre un disque troué), d'une diode capable d'émettre un signal lumineux, ainsi que d'un récepteur optique. Le capteur optoélectronique est notamment utilisé dans la mesure de variations d'angles. Lorsque le disque tourne, il y a alternance de signaux au niveau du récepteur, et chaque nouveau signal lumineux correspond à un angle parcouru (qui est fonction du nombre de trous sur le disque). Il suffit alors de compter ce nombre de signaux lumineux afin de donner une mesure de l'angle. Afin de déterminer le sens de l'angle, le disque est percé de deux rangées de trous comme visible sur le schéma suivant.

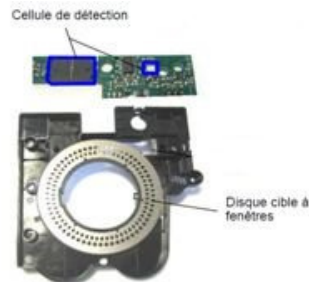


Schéma d'un capteur de type optoélectronique

3.1.6. Caméras et stéréovision

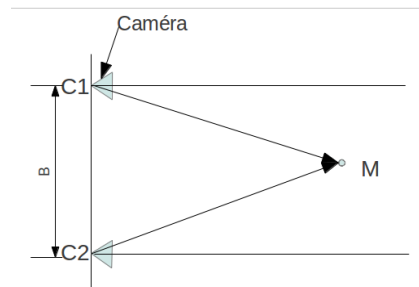
Lors de notre présentation orale, nous avons oublié de mentionner les capteurs tels que les caméras à fonctionnement monoscopique, stéréoscopiques et infrarouge.

La méthode stéréoscopique fonctionne grâce à deux images fournies par deux caméras décalées l'une par rapport à l'autre, qui, lorsqu'elles sont couplées permettent de ressortir une image en relief. Le principe de fonctionnement de nos yeux : chaque œil représente une caméra, chacun est décalé par rapport à l'autre et l'image qui est interprétée dans notre cerveau est en relief. Ce procédé est utilisé dans les industries car il est plus rentable d'acheter et d'utiliser des caméras à bas prix plutôt que des dispositifs très sophistiqués et coûteux comme vu précédemment.

La monoscopie est une méthode qui permet la perception en relief d'une image plane. Lorsque l'on ferme un œil, on perçoit toujours l'image en relief. C'est sur ce même principe que fonctionne la monoscopie. Les facteurs qui entrent en jeu sont la perspective conique, la perspective atmosphérique ou bien l'ordre logique dans lequel les éléments sont placés dans l'espace etc. C'est grâce à ces facteurs que la perception de l'image se fait en relief. C'est une méthode qui est très peu connue mais qui ouvre des perspectives intéressantes.

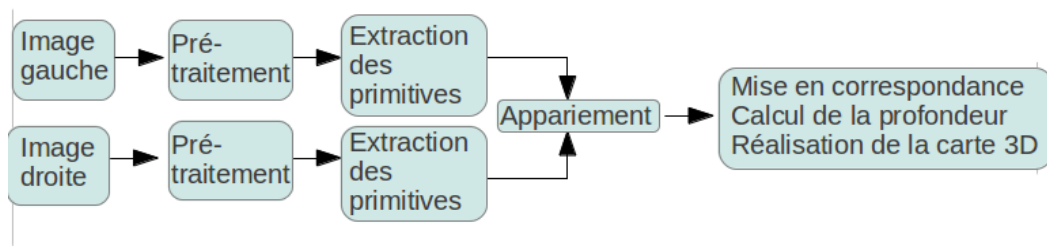
Les caméras thermiques enregistrent les différents rayonnements infrarouges émis par le corps et qui varient en fonction de leur température. Ces caméras sont surtout utilisées pour les sapeurs-pompiers, par l'armée, dans le bâtiment, les aéroports ou dans le domaine médical. Mais elles peuvent être aussi utilisées en tant que capteur automobile.

La stéréovision est un composant important du véhicule intelligent. Elle vise à reconstruire la structure 3D des objets avec plusieurs images. Elle permet ainsi d'estimer la position d'un objet par rapport au véhicule. Afin d'être précis, les caméras utilisées doivent être calibrées : il s'agit alors de déterminer la configuration géométrique (rotations et translations) entre ces dernières.



Grâce aux deux caméras C1 et C2, on obtient deux images du point M et de son environnement. Ce point a donc pour coordonnées : $M : m = (x_1, y_1, z_1)$ dans l'image 1 et $M : m = (x_2, y_2, z_2)$ dans l'image 2. x_2 est lié à x_1 par la relation $x_2 = x_1 - B$. La profondeur étant inversement proportionnelle à la distance entre les deux points d'intérêt sur les images, il est possible de générer une carte des profondeurs en se focalisant sur plusieurs points des images.

On peut résumer le procédé par le diagramme suivant :

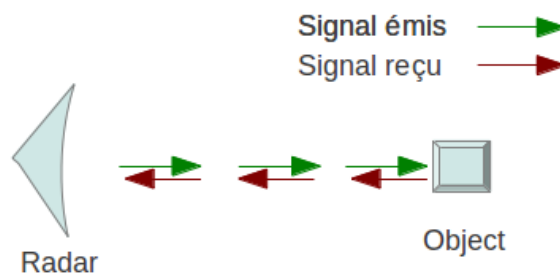


Exemple des systèmes de vision embarqués du LITIS composés de :

- 2 cartes caméras VCM 3405 Philips
- 2 objectifs de 50 mm de focale
- 1 bâti rigide

3.1.7. Radar

Les systèmes radars sont composés de deux éléments essentiels : un émetteur et un récepteur d'ondes. Si un obstacle se trouve sur le chemin de l'onde émise, un signal est réfléchi. En analysant ce signal, l'objet peut être localisé, et sa vitesse de déplacement peut être calculée en utilisant l'effet Doppler.



3.1.8. Laser couplé à un système de détection

Basé sur le même principe de fonctionnement que le radar, le laser est également utilisé sur les véhicules intelligents. Le laser émet une onde lumineuse qui, quand elle rencontre un objet, est en partie rétrodiffusée vers le système de détection. Il est alors possible d'estimer la distance à laquelle se situe l'objet. C'est le principe de fonctionnement du LIDAR notamment que l'on abordera dans la troisième partie de ce dossier.

3.2. Aspect coopératif

3.2.1. Communication V2V (Vehicle to Vehicle)

3.2.1.1. Introduction

L'objectif de l'intelligence ambiante est de créer un espace quotidien intelligent, immédiat d'utilisation, intégré dans les murs de nos maisons, dans nos bureaux, dans nos routes, dans nos voitures..., en somme partout. Ce nouveau concept doit être invisible, il doit en effet se fondre dans notre environnement quotidien et doit être présent au moment où nous en avons besoin.

Une des applications de ce concept consiste à munir nos voitures et nos routes de capacités permettant de rendre la route plus sûre (informations sur le trafic, accidents, dangers, déviations possibles, informations météorologiques, etc.) et de rendre le temps passé sur les routes plus convivial (accès à l'Internet, jeux en réseau, aider deux personnes à se suivre sur la route, ou bien créer un groupe de discussion dans un embouteillage, etc.). Cette application est l'exemple type de ce qu'on appelle les systèmes de transport intelligents (ITS, Intelligent Transportation System) et dont le but est d'améliorer la sécurité, l'efficacité et la convivialité dans les transports routiers, au travers de l'utilisation des nouvelles technologies d'information et de communication (NTIC).



Les systèmes de gestion de trafic « conventionnels » sont basés sur des infrastructures centralisées, où des caméras et des capteurs implantés sur la route collectent des informations sur la densité et l'état du trafic et transmettent ces données à une unité centrale pour les traiter et prendre les décisions adéquates.

De tels systèmes nécessitent un coût de déploiement assez important et se caractérisent par un temps de réaction long pour le traitement et le transfert des informations, dans un contexte où le délai de transmission de l'information est vital et revêt d'une importance majeure dans ce type de systèmes.

De plus, les équipements mis en place sur les routes nécessitent une maintenance périodique et chère. Par conséquent, pour un large déploiement d'un tel système, un investissement important dans l'infrastructure de communication et de capteurs est nécessaire.

Cependant, avec le développement rapide des technologies de communications sans fil, des systèmes de localisation et de collecte d'information via les capteurs, une nouvelle architecture décentralisée (ou semi-centralisée) basée sur des communications véhicule à véhicule (V2V, Vehicle to Vehicle) suscite ces dernières années un réel intérêt auprès des constructeurs automobiles, de la communauté R&D et des opérateurs Télécoms.

Ce type d'architecture s'appuie sur un système distribué et autonome, et est formé par les véhicules eux même sans l'appui d'une infrastructure fixe pour le relayage des données et des messages. On parle dans ce cas d'un réseau ad hoc de véhicules (VANET, Vehicle Ad hoc NETwork), qui n'est autre qu'une application dédiée et spécifique des réseaux ad hoc mobiles conventionnels (MANET, Mobile Ad hoc NETwork)

3.2.1.2. *Propriétés*

Faisant partie intégrante d'un système ITS, les communications inter-véhicules brassent les technologies et les disciplines suivantes.

Collecte d'information et perception de l'environnement proche : en utilisant différents capteurs (conditions météorologiques, état de la route, état de la voiture, pollution et autres) et des caméras, le conducteur peut à bord de son véhicule disposer d'un certain nombre d'informations et d'une meilleure visibilité, lui permettant ainsi de réagir d'une manière adéquate aux changements de son environnement proche.

Traitement : avec une grande capacité de traitement à bord, les véhicules de nos jours sont dotés d'intelligence et sont capables d'interpréter les informations collectées pour ensuite aider le conducteur à prendre une décision (particulièrement dans les systèmes d'aide à la conduite).

Stockage : un grand espace de stockage est nécessaire dans ce contexte afin de disposer des différentes classes et types d'information. Ces structures de données seront alimentées et mises à jour en fonction des événements et décisions du système de communication. A noter que dans un réseau de véhicules, l'énergie et l'espace de stockage sont suffisamment disponibles.

Routage et communication : pour l'échange et la diffusion d'information dans le réseau lui-même ou vers d'autres types de réseaux (IP ou cellulaire par exemple). Ce qui permet ainsi d'augmenter le périmètre de précaution grâce à une perception étendue de l'environnement et ainsi une meilleure anticipation des difficultés de conduite.

3.2.1.3. *Application*

Applications pour la sécurité routière : la sécurité routière est devenue une priorité dans la plupart des pays développés. Cette priorité est motivée par le nombre croissant d'accidents sur les routes, associé à un nombre de véhicules de plus en plus important. Afin d'améliorer la sécurité des déplacements et faire face aux accidents routiers, les IVC offrent la possibilité de prévenir les collisions et les travaux sur les routes, de détecter les obstacles (fixes ou mobiles) et de distribuer les informations météorologiques.

Applications pour les systèmes d'aide à la conduite et les véhicules coopératifs : pour faciliter la conduite autonome et apporter un support au conducteur dans des situations particulières : aide aux dépassements de véhicules, prévention des sorties de voies en ligne ou en virage, etc. Nous pouvons citer également le cas des compagnies de transports utilisant les IVC dans un but de productivité pour réduire la consommation de carburant.

Applications de confort du conducteur et des passagers : en particulier les services de communication et d'informations des utilisateurs comme l'accès mobile à l'Internet, la messagerie, le chat inter-véhicules, les jeux en réseaux, etc.

3.2.2. Communication infrastructure-véhicule

3.2.2.1. Introduction

Hormis la transmission analogique par voie hertzienne telle que la fréquence modulée FM dédiée à l'information autoroutière, les principales technologies de communication entre la route et le véhicule sont :

- La communication à courte portée ou DSRC ;
- La téléphonie cellulaire ou GSM (Global System for Mobile communications) ;
- La technologie sans fil appelée WIFI.

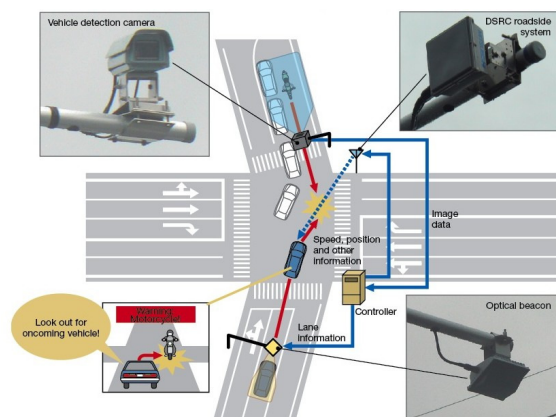
D'autres techniques de diffusion, par voie hertzienne, d'informations aux conducteurs se sont développées. Il s'agit de la transmission par la radio numérique DAB (Digital Audio Broadcasting).

Nous aborderons également dans cette partie la technique de localisation par satellite (GPS) qui est souvent associée aux différentes technologies de communication citées ci-dessus.

3.2.2.2. Principe de la technologie

Les communications à courte portée (DSRC) sont issues d'une des technologies utilisables pour la liaison sol-véhicule. C'est un média qui offre la possibilité de développer plusieurs applications comme le télépéage (péage électronique, l'information routière, les aides à la navigation, l'assistance à la conduite, la gestion de l'information des transports en commun et des véhicules commerciaux et enfin les systèmes de priorité aux feux.

Ce lien hyperfréquence sol-véhicule à courte distance utilise des zones de communication entre les mobiles et l'infrastructure de l'ordre de 4 à 10 mètres. La liaison est bidirectionnelle et se base sur un fonctionnement en semi-duplex (signifie que les équipements fixes et mobiles émettent à tour de rôle).



L'instance internationale de normalisation ISO a défini un modèle destiné à permettre le dialogue entre des systèmes hétérogènes. Ce système, appelé "modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts", est basé sur une architecture composée de sept niveaux ou couches. Chacun d'eux effectue des fonctions indépendantes de celles assurées par les autres niveaux.

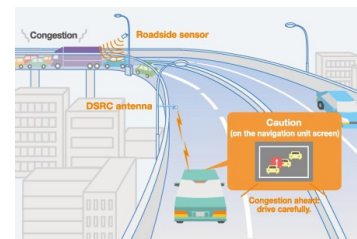
Le modèle de communication à courte portée DSRC est conforme à cette architecture mais avec une importance accordée à 3 couches suffisantes pour les besoins de la communication. Ce sont la couche 1 dite 'physique' basée sur le lien micro-ondes à 5.8 GHz, la couche 2 permettant la gestion des données et les communications point à point entre équipement au sol et dispositif embarqué et la couche 7 dite « d'application » comportant un ensemble de commandes qui traitent les applications envisagées.

La fréquence de communication est centrée sur 5.8 GHz avec l'allocation d'une bande passante de 10 MHz. Plusieurs canaux sont exploitables dans cette bande. Ils sont en fonction des choix technologiques faits par les industriels. La technologie DSRC permet plusieurs classes de débits allant de 250 Kbits/s à 1 Mbits/s. En Europe, les débits utilisés pour la majorité des applications et notamment le télépéage sont de 500 Kbits/s dans le sens descendant (infrastructure vers véhicule) et de 250 Kbits/s dans le sens montant (véhicule vers infrastructure).

Pendant la durée de communication, un lien logique entre l'équipement au sol et le véhicule est établi. La communication effectuée en alternance est basée sur des fenêtres temporelles ou créneaux de communication. La couche 7 a pour rôle d'intégrer plusieurs applications sur le même média de communication en organisant les flux de données de manière à les intégrer dans des trames DSRC.

3.2.2.3. Application

Le lien dédié à courte portée DSRC représente l'interface « air » de la communication qui se résume à la transmission radio. Les communications à courte portée DSRC peuvent supporter plusieurs applications mais qui fonctionnent encore de manière indépendante.



Nous pouvons citer :

- Les transactions financières électroniques (télépéage) : considérées aujourd'hui comme les applications les plus répandues du fait qu'à l'origine, la technologie DSRC a été conçue pour répondre à ce besoin.
- L'alerte des conducteurs en amont d'un incident (prévention des collisions) : les DSRC constituent un moyen d'alerter, dans une zone limitée et d'une manière très précise, les conducteurs arrivant en amont d'un incident afin d'éviter des sur-accidents.
- L'aide à l'appel d'urgence : Par le DSRC, on fait parvenir au conducteur, un numéro de téléphone à appeler à partir d'un téléphone cellulaire (ex : n° de peloton de gendarmerie ou d'équipes de secours en charge de la section affectée).
- La collecte de données de trafic : Les véhicules équipés d'un équipement DSRC deviennent une source de recueil d'informations sur l'état de trafic. Ainsi, il sera possible de recueillir des vitesses moyennes, des temps de parcours ou des temps inter-véhiculaires .
- La collecte d'informations événementielles : Les véhicules équipés peuvent remonter des informations directement liées aux véhicules telles que les mauvaises conditions météorologiques (grâce à l'allumage des feux antibrouillard ou à l'actionnement des essuie-glace) du recueil de vitesses instantanées ou des situations anormales (ex : fort ralentissement,..).
- L'information routière dynamique : consistant à redistribuer par le lien descendant sol-véhicule les informations collectées comme des bouchons, travaux, accidents,...
- La navigation et le guidage routier.

- Les informations pour le confort: fournissant aux conducteurs des services de proximité (aires de services ou de repos, tarifs des carburants et signalisation des sorties,...).
- Les carrefours intelligents : Les DSRC peuvent être utilisées pour des applications aux transports en commun pour gérer la priorité des bus ou d'autres véhicules d'urgence aux feux tricolores.

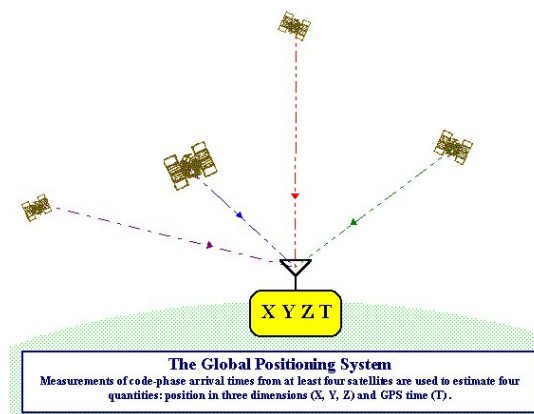
3.3. Applications

3.3.1. Ce qui existe

3.3.1.1. Courant

3.3.1.1.1. GPS (Global Positioning System)

Le système du GPS a été opérationnel en 1995. Conçu par le Département de la Défense Américain, il fonctionne grâce au calcul de la distance qui sépare un récepteur GPS de plusieurs satellites (3 voir 4). Voici ci-dessous une illustration du fonctionnement du GPS, qui permet, à l'aide de 4 satellites, de connaître les coordonnées x , y , z et t d'un point quelconque.



3.3.1.1.2. ABS (Antiblockiersystem [Ger], Anti lock braking system [Engl])

L'ABS, invention française, a été implanté la première fois par Rémy DOHER sur un avion. Ce système permet de garder le contrôle du véhicule lors d'un freinage

C'est aujourd'hui Bosch qui possède les brevets nécessaires à la commercialisation du système. L'ABS est obligatoire sur les voitures vendues en Union Européenne depuis 2004.

Il est composé de :

- l'ECU (Electronic Control Unit) qui surveille constamment la vitesse des roues. Si une tourne moins vite, il actionne les électrovannes pour diminuer la pression sur le circuit de freinage de cette roue, afin de réduire la force de freinage exercée, et ainsi augmenter la vitesse de rotation.
- 4 Wheel Speed Sensor (capteur de vitesse de roue), qui transmettent les informations à l'ECU.
- 2 (ou plus) électrovannes hydrauliques.

- une pompe hydraulique afin d'augmenter la pression pour le freinage.

3.3.1.1.3. Régulateur / limiteur de vitesse

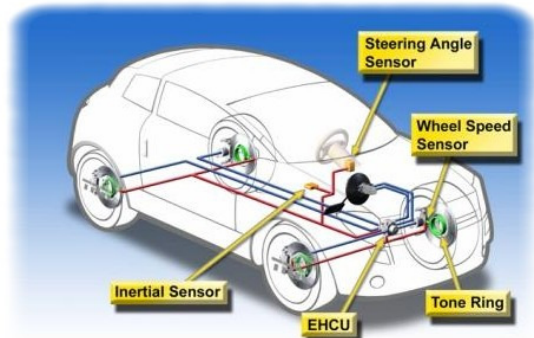
Le régulateur de vitesse a été inventé en 1945 par Ralph Teetor (Américain). Chrysler a été le premier constructeur automobile à équiper une de ses voitures en 1958. Comme son nom l'indique, ce système permet de rouler à une allure constante de façon automatique, afin d'éviter les excès de vitesse et d'obtenir une consommation optimale du carburant.

Le régulateur de vitesse est composé :

- d'un capteur de vitesse à la sortie de la boîte de vitesses qui envoie les mesures à l'ECU.
- d'un ECU (Engine Control Unit) qui régule le régime moteur en fonction de la consigne fixée par l'utilisateur. Il agit directement sur le micro-moteur de la commande des gaz.

3.3.1.1.4. ESP ou ESC (Electronic Stability Program)

Ce système, qui travaille en collaboration avec l'ABS, a pour but de détecter les pertes d'adhérence en virage. Il a été développé par Bosch, et utilisé pour la première fois en 1995.



Les principaux capteurs de l'ESP sont :

- les capteurs de vitesse des roues.
- un mesureur d'angle du volant au niveau de la direction.
- un capteur gyroscopique pour mesurer la vitesse de lacet (mouvement de rotation horizontal par rapport à l'axe vertical du véhicule).
- un capteur à effet Hall (Hall effect sensor : mesure de la variation du champ magnétique) afin de mesurer l'accélération transversale.

L'ESP agit sur le système de freinage et le couple moteur pour éviter deux sortes de perte de contrôle :

- sous-virage (le train avant dérive => l'automobile ne suit pas la courbe) : l'ESP freine la roue arrière intérieure.
- sur-virage (le train arrière dérive => tête-à-queue) : l'ESP freine la roue avant extérieure.

3.3.1.2. *Rares*

3.3.1.2.1. Capteurs de type caméra

3.3.1.2.1.1. *Système de surveillance de trajectoire latérale*

LaneVue est commercialisé depuis 2005 par Valeo. Il dispose de capteurs en commun avec l'ABS et l'ESP (angle du volant, vitesse de lacet et accélération latérale). Il utilise également une caméra (placée en haut du pare-brise) afin de générer une image en nuances de gris pour détecter les marquages au sol. En cas de franchissement de ligne involontaire, il avertit le conducteur par un signal lumineux, sonore ou une vibration.

3.3.1.2.1.2. *Aide aux manœuvres de stationnement*

Ce système est composé de quatre caméras (une dans chaque pare-chocs, et une dans chaque rétroviseur extérieur) et de capteurs à ultrasons type sonar pour améliorer la détection d'obstacles. L'image est retransmise sur un écran situé près du volant.

3.3.1.2.2. Capteurs de type radar

Détection d'angles morts / Assistance de changement de bande

Il est composé de deux capteurs radars, situés de part et d'autre du pare-chocs arrière qui détectent les véhicules situés à proximité ou à l'arrière du véhicule. Il couvre un angle de 150° et une distance de 8m. L'avertisseur est intégré au rétroviseur extérieur.

3.3.1.2.3. Autres systèmes développés par Valeo fonctionnant avec des capteurs

Vient ensuite le module de protection des passagers et piétons nommé SAFE4U. Il s'agit d'un système composé de deux traverses et de deux crash boxes (en plastique et non pas en aluminium pour réduire au maximum les dommages sur les piétons) qui absorbent les chocs frontaux en cas d'impact, qui se déclenche grâce à des capteurs et à des détecteurs de présence.

Il existe aussi le PARK4U qui est un système semi-automatique, c'est-à-dire qu'il permet au conducteur de reprendre le contrôle manuel à tout moment. Ce système fonctionne grâce à des capteurs à ultrason latéraux, avant et arrière, qui balayent le bord de la chaussée de part et d'autre et signalent au conducteur toute place disponible afin que le véhicule puisse se garer. La communication entre les capteurs et le système qui va traiter l'information se fait par bus CAN à haut débit.

Un autre système créé par la société VALEO est le Cross Traffic Alert. Il permet d'indiquer au conducteur si la sortie en marche arrière de sa place de stationnement est dangereuse ou non c'est-à-dire si un véhicule arrive. Si un véhicule est détecté trop proche de la voiture ou arrivant trop vite, un bip sonore sera émis afin d'indiquer au conducteur qu'il doit freiner son véhicule. Ce système est composé de capteurs radars latéraux (à une fréquence de 24 GHz) et de sept faisceaux radars grand-angle (environ 180°) se propageant jusqu'à une distance de 20 m. Cette technologie à ondes millimétriques est un réel atout car ces ondes sont quasiment insensibles aux conditions météorologiques.

3.3.2. Projets

3.3.2.1. PUMAS

Objectif : L'objectif du projet PUMAS est de créer une plateforme de renseignement de temps de parcours pour les villes et les agglomérations. De plus, il concerne aussi l'optimisation des infrastructures existantes et une meilleure accessibilité des systèmes de transport.

Composants : PUMAS propose une nouvelle approche pour la collecte de données, la reconstruction du trafic et d'aide à la mobilité.

L'innovation proposée dans PUMAS se décompose en quatre parties :

- Le PUMAS Point : Les boucles magnétiques virtuelles sont les sommets et les routes sont les arrêtes. Les arrêtes peuvent être parcourues dans les deux sens. Les PUMAS Points sont des triplets (latitude, longitude, altitude) dans la carte numérique vectorielle.
- La PUMAS Box : Capacité de recueillir des données. Elle contient en mémoire les attributs de position des boucles . Le processeur de la PUMAS Box scrute les coordonnées GPS du véhicule quand celui-ci se déplace, réalise l'opération de mise en correspondance et crée un tableau des temps de trajet TT(i,j). On pourra aussi transmettre les données, comme des vitesses, des positions, provenant de la géolocalisation continue du véhicule.
- Le PUMAS Spot : Ce sont des emplacements où les messages trafic sont collectés puis acheminés vers un serveur de gestion de trafic : le PUMAS Server. Les PUMAS Spots collectent les messages trafic de tous les véhicules qui passent dans leur voisinage immédiat. A intervalles de temps déterminés, chaque PUMAS Spot établit une liaison monodirectionnelle avec le PUMAS Server auquel il transmet les messages trafic qui seront agrégés dans les algorithmes de reconstruction et de prévision de trafic.
- Le PUMAS Server : Le serveur accomplit des tâches envoyées par les PUMA boxes, comme un CPU pour un ordinateur.

Avantages de la solution PUMAS par rapport à d'autres systèmes : L'utilisation d'une flotte spécialisée permet, par rapport, à l'utilisation de véhicules traceurs banalisés comme obtenus par le suivi de GSM, ou le suivi de GPS :

- La disposition immédiate et bien maîtrisée d'un nombre suffisant de véhicules traceurs
- L'indépendance de la vitesse de pénétration des équipements embarqués dans le parc automobile
- L'indépendance des opérateurs mobiles.

Futur : L'évolution naturelle de PUMAS, basée sur son principe de flotte spécialisée de véhicules traceurs et orienté B2G (Business to Government), est de donner le jour à une version-sœur basée sur des véhicules traceurs banalisés et pouvant être orientée B2B (Business to Business) ou même B2C (Business to Customers). Cette perspective sera intégrée de la phase des spécifications.

La même ouverture sera naturellement recherchée dans le domaine des communications, où le réseau mesh, justifié pour l'expérimentation et permettant des connections compatibles avec le déplacement des véhicules, pourra être remplacé par le GSM.

3.3.2.2. Alberto Broggi

Conférence d'A. Broggi :

Le 15 mars 2012, M. Broggi est venu réaliser une conférence à l'INSA de Rouen afin de nous faire partager l'œuvre de sa vie : le développement d'un véhicule totalement intelligent, nommé "The BRAIVE vehicle", visible sur le site VISLAB.it . Il a récemment réussi un exploit dans ce domaine des véhicules intelligents : aller de Parme en Italie jusqu'à l'exposition de Shanghai dans des véhicules dits autonomes. Son objectif était simple, parcourir 13.000 km du 10 juillet 2010 au 10 octobre 2010 sans aucun conducteur, afin de tester les systèmes

autonomes sur le long terme (distance) et sur des environnements très variés. Ces environnements situés sur deux continents tout à fait différents aux niveaux de leur géographie, leur morphologie, le trafic présent, le climat et sur les infrastructures en place, ont été des éléments cruciaux à tester pour cette expérimentation.

Pour ce faire, l'équipe de M. Broggi a prévu le trajet à emprunter par l'intermédiaire de Google Maps, puis ils se sont demandé quels types de capteurs ils devraient utiliser. Street View ne permettant pas de voir les routes, les usagers de la route ne respectant pas forcément le code de la route, les cartes intégrées dans les systèmes GPS dans les véhicules étant le plus souvent limitées, ils devaient être préparé à tout car aucune hypothèse ne pouvait être faite sur les conditions du voyage. C'est suite à cela qu'ils ont équipé leurs véhicules de 7 caméras, 4 scanners lasers, un GPS, une radio V2V (vehicle to vehicle) et de quelques outils tels que des panneaux solaire pour alimenter en électricité tout cet équipement.

Un problème majeur est survenu : sans carte et sans trajet (si le trajet prévu ne pouvait être suivi pour n'importe quelle raison), comment le véhicule aurait-il su s'il faut tourner à droite ou à gauche? Pour parer ce problème, ils ont utilisé un véhicule "leader" conduit par un humain, afin que le véhicule autonome puisse le suivre. Si la connexion entre les deux véhicules était coupée, celui autonome utilisait un GPS point à point créé par le leader.

Dans ce projet, les caméras utilisées par la détection des angles, la face du véhicule, et la perception en 3D ont été cruciales pour notamment éviter les obstacles et diriger le véhicule. Le stéréo autocalibrage constant des caméras a assuré leur bon fonctionnement. Ces dernières ont été introduites dans le cadre de leur approche basée sur un bas coût et sur des capteurs hautement intégrés.

Au niveau de la logistique, M. Broggi nous a informé que pour réaliser ce projet, il était accompagné de 20 personnes qui ont travaillé sans relâche autour de 5 véhicules (pour la maintenance, les recharges des véhicules électriques, améliorer le système), et qu'ils ont dû avoir une organisation très stricte pour respecter les délais avec des véhicules allant au maximum à 72 km/h, d'une autonomie de 100 km, et d'un temps de recharge de 8h...

Les leçons qui ont été tirées, nous a-t-il dit, sont qu'il est bon de retourner au manuel dans certaines situations comme un temps très mauvais, très peu d'informations disponibles, un trafic chaotique etc).

3.3.2.3. *Google Car*

Google's self-driving car (Toyota Prius)

La Google car intègre de nombreux capteurs afin de la rendre totalement autonome :

- Lidar (fabriqué par l'entreprise Velodyne) : capteur rotatif sur le toit du véhicule qui scan à plus de 60 mètres dans chaque direction afin de générer une carte 3D précise des véhicules qui entourent la cybercar.
- Caméra vidéo : positionnée près du rétroviseur intérieur, elle détecte les feux tricolores et assiste l'ordinateur embarqué pour détecter les obstacles en mouvement (piétons, vélos...).
- Radars : 3 positionnés à l'avant du véhicule et un à l'arrière qui aident à déterminer la position des objets distants.
- Estimateur de position : monté sur la roue arrière gauche, il mesure les petits mouvements de la cybercar et précise la position de cette dernière sur la carte.

La Google car dispose également d'un système d'annonce vocale afin de prévenir la personne au volant d'un éventuel danger. Il est possible de programmer différents comportements de conduite : agressif, courtois ...

Google dispose de 6 Prius et d'une Audi TT qui ont parcouru 1600 km sans intervention humaine et plus de 225000 km avec un contrôle humain occasionnel.

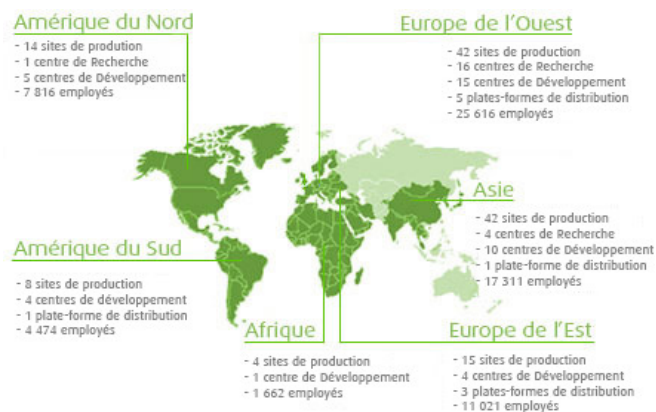
Avantages	Améliorations nécessaires avant la commercialisation
Ordinateur plus réactif que l'humain	Objectif 0 crash de la machine
Vision à 360°	Rendre la machine non infectable
Pas de distraction, de fatigue,...	



Les autres projets de Cybercars : il existe de nombreux projets concernant les Cybercars. Il y a notamment des projets européens tels que Cybercars, Netmobil, Cybermove, EDICT et CyberC3, mais il y a également eu des projets demandés par la commission européenne, tels que Cybercars 2 et Citymobil.

3.3.3. Pôles de recherche

3.3.3.1. Valéo



Valéo est de loin le pôle de recherche le plus important dans le domaine des STI. La plupart des innovations sur le marché actuellement ont été imaginées et produites par cette entreprise, dont le chiffre d'affaires 2010 atteignait 9 milliards d'€.

3.3.3.1.1. Ses pôles de recherche

Comme nous l'avons dit précédemment, les recherches de Valéo s'organisent autour de quatre pôles majeurs. Revenons dessus plus en détails.

3.3.3.1.1.1. *Systèmes de propulsion*

Les consommations de carburant et de dioxyde de carbone sont aujourd'hui des problèmes majeurs. C'est pourquoi le Groupe Valéo recherche des solutions efficaces pour les réduire, tout en gardant une conduite dynamique. Ce pôle est composé de cinq groupes de produits : les Systèmes électriques, Systèmes de transmission, Systèmes de contrôle moteur, Systèmes de boucle d'air, et enfin Système pour véhicules hybrides électriques. En termes de chiffres, ce pôle a eu un chiffre d'affaire d'environ 2,7 milliards d'euros en 2010 et compte 14 800 employés. Il s'organise autour 30 sites de production, avec 4 centres de recherche, et 15 centres de développement.

3.3.3.1.1.2. *Systèmes thermiques*

Afin d'assurer au véhicule un meilleur rendement, plus d'autonomie, de durée de vie des composants, mais aussi plus de confort quelle que soit la température à l'extérieur, Valéo innove en matière de systèmes thermique. Ce pôle est axé sur quatre groupes de produits, à savoir la Thermique habitacle, les Systèmes Thermiques du groupe Motopropulseur, les Compresseurs, et enfin les Modules face avant. Ce pôle a eu en 2010 un chiffre d'affaires de 2,9 milliards d'euros, emploie 14 400 personnes, et a 36 sites de production avec 4 centres de recherche, ainsi que 11 centres de développement.

3.3.3.1.1.3. *Systèmes de Confort et d'Aide à la Conduite*

Le confort et la sécurité à bord d'une voiture sont des éléments primordiaux. C'est pourquoi le Groupe Valéo propose des systèmes qui les améliorent, tout en offrant un accès facile, ainsi qu'une visibilité à 360° autour du véhicule, tout en créant entre le véhicule et l'environnement une relation ergonomique et intuitive. Tout comme le pôle des Systèmes Thermiques, celui du Confort et d'Aide à la Conduite s'organise autour de quatre principaux groupes de produits : l'Aide à la Conduite, les Contrôles intérieurs, l'Electronique de l'habitacle, et les Mécanismes d'accès. Pour les chiffres, avec un chiffre d'affaire de 1,7 milliards d'euros en 2010, ce pôle a 10 699 employés, 22 sites de production avec 10 centres de recherche et 10 centres de développement.

3.3.3.1.1.4. *Systèmes de Visibilité*

Selon le temps et les circonstances de conduite, on peut avoir des problèmes de visibilité. C'est pourquoi Valéo propose des solutions pour mieux voir, et pour mieux être vu. La sécurité à bord est certainement un des aspects les plus importants d'un véhicule, les systèmes proposés par le groupe contribuent à la renforcer, en améliorant la visibilité du véhicule, ainsi que celle du conducteur, tout en économisant de l'énergie. Organisé en autour de trois groupes de produits, se pôle se concentre sur les Systèmes d'éclairages, les Systèmes d'essuyage et les moteurs d'essuyage. Pour ce pôle de Systèmes de Visibilité, le chiffre d'affaire en 2010 était de 2,3 milliards d'euros. Il compte 16 600 employés, est organisé en 35 sites de production, 6 centres de recherche, et 24 centres de développement.

3.3.3.1.2. Ses projets d'avenir

Les prochaines innovations prévues par le groupe sont surtout orientées vers la réduction des émissions de CO2 et des consommations en énergie fossile. Valeo s'est engagé à accompagner le développement des nouveaux véhicules électriques avec l'ambition de présenter des solutions innovantes.

Le groupe a produit quelques innovations pour le développement des chaînes de traction électriques et hybrides comme par exemple les systèmes mild-hybrid : ils permettent d'ajouter des fonctions de récupération d'énergie au freinage pour réutiliser l'énergie dans les phases d'accélération.

3.3.3.2. *Les autres pôles de recherche*

3.3.3.2.1. En France

Le domaine des STI intéresse divers laboratoires, dont certains rattachés à des écoles. C'est le cas du laboratoire SeT, à Belfort, près de l'école d'ingénieurs UTBM. Ils ont imaginé puis construit un véhicule intelligent.

Les chercheurs ont d'abord équipé un prototype de petit véhicule électrique, propulsé par quatre roues motrices et complètement automatisé, de fonctionnalités de commande à distance et de conduite autonome par la détection de signaux horizontaux et verticaux. Puis en partenariat avec le pôle véhicule du futur, ils ont mis en place un projet pour le rendre propre et intelligent. Ce projet devrait être achevé en 2013.

Des pôles de recherche régionaux s'intéressent à plus grande échelle aux STI : le pôle véhicule du futur alsace-Franche-Comté, créé en 2005, a déjà financé plus de 85 projets, dont 17 à l'échelle européenne pour un montant de 220M€. Des exemples leurs domaines de recherche sont les chaînes de traction hybrides et électriques, l'intégration de la pile à combustible, les systèmes embarqués communicants...

3.3.3.2.2. A l'international

Il existe d'autres centres de recherche, spécialisés dans les STI en dehors de la France. C'est le cas par exemple de la société des systèmes de transports intelligents (ITS) du Canada. Cette société, a été créée en juin 1997, et est à but non lucratif. C'est le principal pôle d'avancement des STI au Canada. Cette société a pour rôle de fournir des conseils professionnels en matière de promotion et de développement des systèmes de transports intelligents.

ITS existe également en Amérique, sous le nom de ITS America (Intelligent Transportation Society of America), en France et en Bretagne.



Au niveau Européen, on a la société ERTICO (ITS Europe) qui est une entreprise multi-secteurs (public, privé) spécialisée dans le développement des STI.

4. CONCLUSION

Comme nous l'avons vu dans ce rapport, les systèmes de transport intelligents sont partout. Depuis quelques années, ils sont apparus sous forme de capteurs améliorant la sécurité des usagers du véhicule, comme l'ABS pour ne prendre qu'un exemple, puis ils sont apparus tout à fait récemment pour améliorer le confort des personnes, en plus de leur but premier qui est de pourvoir la sécurité à chacun. Ils se sont développés à tel point que des véhicules autonomes sont sur le point de voir le jour. Encore des prototypes, ils sont constamment améliorés dans le but de produire des véhicules qui pourront être conduits... Sans conducteur! Ces cybercars comme on les appelle aujourd'hui seront grandement bénéfiques au trafic, le rendant moins dangereux, moins saturé. Ces systèmes de transport intelligents fonctionnant à base d'une multitude de capteurs et d'une Intelligence Artificielle ultra-performante seront sans doute les véhicules de demain dans les domaines du transport (autant de marchandises que d'humains), mais aussi et surtout les véhicules personnels de chacun.

Le projet PUMAS nous a donné un exemple très concret des capacités de ces véhicules du futur, qui sont utilisés ici comme des outils permettant de prévoir et analyser le trafic sur une route, afin de la désengorger plus rapidement. Pour ce faire, le boîtier nommé la PUMAS BOX a été conçu. On peut donc aisément imaginer qu'il sera implanté sur tous les véhicules à l'avenir, accompagné d'un logiciel qui permettra à chacun de choisir son itinéraire en fonction de la congestion du trafic, une méthode améliorée des Coyotes déjà existants.

Des prototypes entièrement automatisés permettent une conduite des véhicules autonomes, comme nous l'ont montré les projets des cybercars, comme la GoogleCar, ou le projet IMARA mené par l'INRIA, dans le cadre du consortium LaRA (La Route Automatisée). Cependant, ces systèmes de transports intelligents sont adaptés à un parcours relativement simple, et ne conviendraient pas au grand public étant donné les dangers de la route, auxquels seraient confrontés les véhicules. Ces systèmes sont capables d'éviter les obstacles, de se garer seuls, ou encore de suivre une route et un itinéraire précis, mais ne sont pas en mesure de faire face à un accident ou une situation inhabituelle.

De nombreux défis restent à relever pour améliorer ces systèmes de transports intelligents, notamment en ce qui concerne l'appréhension des différentes situations et la sécurité à bord du véhicule.

Apports personnels

Florian G. : Je trouve que ce projet nous a tout d'abord permis de découvrir un domaine intéressant en soi, mais surtout très applicatif en ce qui concerne nos cours d'optique et d'algorithmique. Il nous a donc permis d'avoir un exemple concret d'applications concernant ces deux domaines. En ce qui concerne le travail en groupe, ce projet était le deuxième que nous avons dû réaliser dans un groupe de six personnes, il nous a donc permis d'appliquer ce que nous avons appris lors du projet d'ADM sur l'organisation des tâches au sein d'un groupe, le respect des délais imposés etc. Au global, ce projet nous a à tous été très bénéfique.

Florian P. : Ce projet m'a permis de découvrir un aspect que je connaissais peu des véhicules : en effet certains capteurs que je pensais banals sont en fait la preuve de la mise en place progressive des véhicules intelligents, qui pourront par la suite conduire seuls un jour peut être. J'ai ainsi découvert de nombreux capteurs, leur utilité dans les véhicules et ce que pourra amener le développement des véhicules intelligents. J'ai également apprécié ce projet, car il porte sur des technologies accessibles pour une partie et novatrices pour d'autres.

Bérangère : Travailler sur les véhicules intelligents m'a permis de découvrir des technologies dont j'ignorais jusqu'à l'existence. J'ai également pu approfondir mes connaissances sur les types de capteurs, dont je ne connaissais pas autant de modèles. Bien que je regrette qu'il n'y ait pas eu plus d'expérimentation, j'ai trouvé ce projet intéressant et très instructif. Il nous a montré les applications pratiques des aspects théoriques vus en cours. Les projets que nous avons étudié, comme par exemple celui d'Alberto Broggi, ont été vraiment intéressants à découvrir et m'ont donné envie d'en suivre l'avancement.

Lucie : Ce projet de P6 m'aura permis d'en savoir plus sur les systèmes de transports intelligents, un domaine dont j'avais déjà entendu parler auparavant mais dont je me suis rendue compte que je ne savais finalement pas grand-chose. Travailler en groupe nous a obligé à être plus rigoureux sur l'organisation du travail, et à respecter les délais que nous nous étions fixés au sein du groupe afin d'avancer sur le projet. Enfin, voulant aller dans le département Architecture des Systèmes d'Information, j'ai trouvé ce projet particulièrement intéressant, et il était enrichissant de travailler sur un sujet en rapport avec notre future orientation.

Thomas : Etant passionné par le monde des nouvelles technologies et notamment par les multiples solutions informatiques proposées par Google, c'est tout naturellement que j'ai choisi ce projet. Les systèmes de transports intelligents se développent à une vitesse considérable depuis une décennie, et c'est avec un grand intérêt que j'ai pu explorer lors de la recherche bibliographie l'état actuel du sujet, et les nombreuses perspectives envisageables. Le fait d'être encadré tout au long de notre démarche par des enseignants experts dans ce domaine a également contribué à susciter mon intérêt pour ce projet.

Fangzhi : Les systèmes de transports intelligents sont de plus en plus innovants. Durant ce projet, j'ai eu la chance de découvrir tout ce qui concerne la communication entre les véhicules, comment l'information circule. De plus, j'ai trouvé très intéressant le fait que les chercheurs de l'INSA soient venus nous montrer le fonctionnement de la PUMAS Box, et de la caméra synchronisée. Ce fut pour moi un grand enrichissement. J'ai également eu la chance de rencontrer M. Broggi, qui nous a fait une présentation très impressionnante concernant ses recherches, et son aventure extraordinaire de Parma (Italie) à Shanghai (Chine) en 2010. Je suis très admiratif de sa passion et de sa détermination. Dans le groupe, j'ai trouvé que le dévouement désintéressé est une qualité très importante, et cela nous a permis de travailler tous dans le même but.

5. Bibliographie

5.1. Sites internet

Techno-sciences.net, *Définition des STI*

<http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=10120> [17/06/12]

Site officiel du développement durable, *STI*

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Systemes-de-transport-intelligents,12596.html> [17/06/12]

Portail du gouvernement, *cahier des charges de l'appel à projet STI*

<http://investissement-avenir.gouvernement.fr/content/syst%C3%A8mes-de-transport-intelligents-0> [17/06/12]

Site du laboratoire Litis, *STI*

<http://www.litislab.eu/front-page/themes/sti> [17/06/12]

Site de Moveo, *Projet PUMAS*

<http://pole-moveo.org/moveo-blog/2010/10/project-pumas-urban-platform-for-advanced-and-sustainable-mobility/> [17/06/12]

Site de l'INRIAS, *projet PUMAS*

<http://imara.inria.fr/projects/pumas> [17/06/12]

Site de PUMAS, *mesure du trafic routier*

<http://team.inria.fr/pumas/mesure-du-traffic-routier/> [17/06/12]

Site du projet PUMAS, *projet PUMAS*

<http://pumas.inria.fr/public/document> [17/06/12]

Site de Onemotoring, *trafficscans*

http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/intelligent_transport_systems/traffic_scan.html [17/06/12]

Site de roadflares, *projet Millenium*

<http://www.roadflares.org/blog/?p=301> [17/06/12]

Site de Alexandre M BAYEN, *vidéo de présentation du projet Millénium*

<http://lagrange.ce.berkeley.edu/bayen/mobile-millennium-progress-project> [17/06/12]

Site de l'INRIX

<http://inrix.com/> [23/02/2012]

Site de Valéo, *Innovations*

<http://www.valeo.com/fr.html> [23/02/2012]

Site des Cybercars, *présentation des technologies*

<http://www.cybercars.org/cyb-technologies.html> [17/06/12]

Site de Mobile Millenium, *Histoire du projet*

<http://traffic.berkeley.edu/project> [23/02/2012]

Site des transports intelligents, *accueil*

<http://www.transport-intelligent.net/> [23/02/2012]

Site de GeeA, *animation Flash du capteur à effet Hall*

http://www.geea.org/IMG/swf/capteur_vitesse_6.swf [23/02/2012]

Forum Caradisiac.com, *sujet sur des sondes Volvo 480*

<http://www.forum-auto.com/pole-technique/mecanique-electronique/sujet431245.htm> [23/02/2012]

Wikipédia, *page des STI*

http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_transport_intelligent [23/02/2012]

5.2. Publications

Brochure du projet PUMAS <http://www.pole-moveo.org/pdf-projets-das/Pumas-F.pdf> [23/02/12]

6. ANNEXES

Documentation technique

Introduction à RT Maps : il s'agit d'une plateforme personnelle surtout adaptée à la gestion de données multi-capteurs datées (marquées de l'heure à laquelle elles ont été reçues) et synchronisées (les capteurs sont synchronisés afin de permettre une exploitation des données fiable, et des résultats corrects). Ces fonctions principales sont l'enregistrement, le rejeu, le traitement et l'analyse des données. RT Maps est "l'environnement idéal" pour le prototypage d'applications multi-capteurs ou l'analyse et la validation de systèmes complexes. Le logiciel englobe les différentes phases d'acquisition, d'analyse ou de simulation, et de tests ou de validation. Il permet d'évoluer simplement d'une phase à l'autre. L'acquisition se fait sous forme d'un diagramme sur lequel on place et relie les modules des capteurs, des enregistreurs base de données, des décodeurs des capteurs, et des caméras.