

Les véhicules connectés ou l'Internet des objets qui... comptent vraiment!

Avec les communications V2X et l'Internet des objets qui comptent vraiment, les automobiles et la gestion de flottes sont déjà le « prochain champ de bataille technologique », car la manière dont ces premières étapes critiques sont gérées et implémentées concrètement va influencer sur l'arrivée plus ou moins rapide des véhicules 100% autonomes. Des enjeux que la société suisse u-blox détaille ici.

L'Internet des objets (IoT) a aujourd'hui gagné le secteur automobile. Après avoir touché l'info-divertissement, il s'est étendu à la fusion de capteurs, à la géolocalisation ainsi qu'aux communications cellulaires et à courte portée qui sont au cœur des nouvelles architectures V2X qui vont améliorer l'expérience de conduite et accélérer le développement des véhicules autonomes. À un niveau élémentaire, le V2X (pour Véhicule à Véhicule, V2V, et Véhicule à Infrastructures routières V2I) permet aux automobiles de communiquer des informations critiques entre l'infrastructure et d'autres véhicules pour éviter les accidents aux intersections. Cette technologie peut aussi permettre l'envoi d'informations de localisation pour les services d'appel d'urgence (eCall) qui deviennent obligatoires dans un nombre croissant de pays. Toutefois, là où le potentiel des communications radio V2X recèle de formidables opportunités, c'est dans leur capacité à ouvrir la voie à une nouvelle ère de voitures « cognitives », conscientes non seulement de leur propre état, mais aussi de l'état et de la situation d'autres véhicules, de l'environnement, de la météo, de l'état des routes, de la circulation et d'une myriade d'autres paramètres pouvant affecter la sécurité du conducteur et l'efficacité des trajets. Cette « cognition » automobile, où la détection, la communication et les décisions se font au niveau machine à machine, hisse le transport automobile, bien au-delà du divertissement et de l'IoT classique, vers le domaine de « l'Internet des objets qui

AUTEURS



Thomas Nigg, directeur stratégie Produits de géolocalisation, et **Costas Meimets**, directeur stratégie Produits radio courte portée, u-blox.

comptent vraiment». Là où un incident critique intervenant sur le parcours qui mène d'un élément de détection ou de positionnement à l'analyse des données à distance, puis à la réponse finale, peut être désastreux pour le conducteur (et éventuellement pour l'OEM).

Le corollaire de ce passage au V2X est également vrai, dans la mesure où, par le choix approprié de communications fiables à latence réduite et par l'intégration de techniques de conception éprouvées et de composants ou modules fiables, la cognition automobile peut ouvrir la voie au Saint Graal des véhicules sûrs, fiables et véritablement autonomes. Chemin faisant, le V2X a vocation à améliorer la sécurité du conducteur au moyen de systèmes d'assistance à la conduite (ADAS) modernes, intégrés encore plus étroitement pour la prévention des collisions, tout en renforçant les tâches commerciales de base telles que la gestion de flottes de véhicules.

L'info-divertissement n'est qu'un commencement

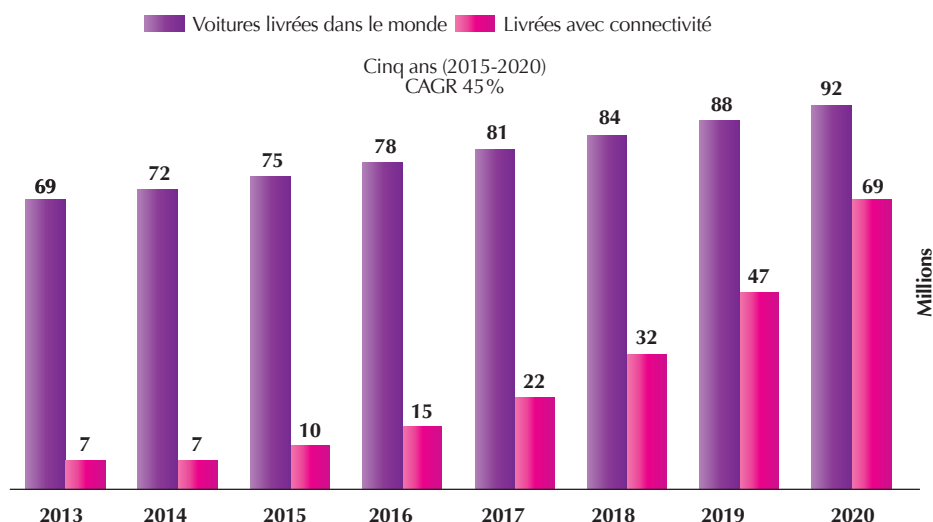
D'un point de vue purement technologique, l'ajout de la connectivité Internet aux voitures à des fins d'info-divertissement est une réaction naturelle et évolutive au passage des terminaux mobiles du domicile vers la voiture. Les constructeurs automobiles reconnaissent d'ailleurs que les consommateurs souhaitent une intégration plus poussée de leurs expériences de divertissement résidentielle, mobile et automobile. Selon des chiffres récents de Scotiabank/BI Intelligence, d'ici 2020, les trois

quarts des 92 millions de voitures commercialisées seront équipées de systèmes de connectivité Internet, ce qui équivaut à une croissance annuelle moyenne de 45% (figure 1). Les applications vont de l'écoute de musique ou l'affichage de vidéos diffusées en streaming à la réception d'alertes liées à la circulation et à la météo, en passant par la recherche sur le Web. Ces fonctions tirent le prix de vente moyen d'un véhicule connecté vers le haut de gamme à 55 000 dollars, bien que les prix soient amenés à baisser rapidement. De son côté, Gartner prédit que d'ici 2020 plus de 250 millions de véhicules seront connectés dans le monde – tandis que les dépenses des clients pour la connectivité dans les véhicules doubleront.

Fait intéressant à noter, BI estime que, sur les 220 millions de voitures connectées qui rouleront en 2020, seules 88 millions d'entre elles verront leurs services activés par leurs propriétaires eux-mêmes. En d'autres termes, BI s'attend à ce que les connexions embarquées permettent aussi aux constructeurs automobiles d'obtenir des informations sur les performances d'une voiture et d'envoyer des mises à jour à distance pour réduire la nécessité des rappels de véhicules. Cette fonction s'avère d'ailleurs critique pour des systèmes dont la complexité croît exponentiellement au fur et à mesure que les applications de l'Internet des objets pour véhicules – privés, publics ou flottes d'entreprise – se multiplient. A noter encore qu'en 2014, Gartner a publié une étude où la société d'analyses estimait à 25 milliards le

1 PRÉVISION DES LIVRAISONS DE VOITURES CONNECTÉES (MONDE)

En 2020, les trois-quarts des 92 millions de voitures commercialisées seront équipées de systèmes de connectivité Internet, ce qui équivaut à une croissance annuelle moyenne de 45%.



nombre de dispositifs déployés d'ici 2020 (tableau I). Dans ce cadre, le secteur automobile a connu le taux de croissance le plus élevé en 2015 avec une progression de 96%.

Des applications multiples

Les applications de l'IoT dans le secteur de l'automobile et des transports sont multiples. Rachetée par PTC, la société ThingWorx, qui dispose d'une plate-forme sécurisée et simple d'utilisation de connectivité cloud et de déploiement, de mise en service et de gestion d'appareils IoT, a explicité un certain nombre de fonctionnalités rendues possibles par l'Internet des objets. Celles-ci comprennent les services d'urgence, le diagnostic de véhicule à distance, le suivi et la récupération de véhicules, les services au conducteur sans SMS et la gestion de jeunes conducteurs. Selon ThingWorx, les assureurs peuvent aussi utiliser les données télématiques des véhicules pour analyser des styles de conduite, encourager les pratiques de conduite sûres et récompenser les conducteurs par des primes plus basses pour une conduite raisonnée. La récupération et la transmission des données de diagnostic embarqué (OBD-II), combinées aux capteurs, au positionnement précis et à la surveillance du conducteur, sont également critiques pour les gestionnaires de flotte qui peuvent désormais suivre l'état du camion et la situation du conducteur

et s'assurer que le véhicule est entretenu avant qu'une panne ne se produise. Ils peuvent aussi vérifier si le conducteur est attentif et maintient ses bonnes habitudes de conduite. Bien que cette surveillance ait des relents de « Big Brother », pour les gestionnaires de flotte qui évoluent dans un environnement très compétitif, elle peut faire la différence entre la pérennité commerciale et la cessation d'activité. Les économies d'énergie, les péages automatiques pour gagner du temps ainsi que des pannes moins fréquentes peuvent contribuer rapidement à des coûts d'exploitation globalement réduits. Ce suivi jette aussi les bases des systèmes de transport autonomes qui se dessinent à l'horizon grâce aux travaux de Google, Audi, Apple, BMW, BlackBerry, Ford et bien d'autres. Ces entreprises sont activement engagées

dans des collaborations si étroites qu'il devient presque difficile de distinguer les constructeurs automobiles de ceux qui étaient jadis des développeurs de logiciels « grand public ». La manière dont toutes ces sociétés essaieront de s'approprier l'expérience de conduite sera un bras de fer intéressant à observer. BI Intelligence signale encore que l'utilisation de l'IoT peut sous-tendre des services d'assistance à la conduite tels que le stationnement automatique. Mais ce n'est que la partie émergée d'un gigantesque iceberg dénommé V2X, qui représente l'état actuel du développement automobile (figure 2).

Les technologies pour V2X et les véhicules autonomes

Nombre de technologies requises pour le V2X sont soit déjà en place, soit en cours d'émergence dans les labos, bien que les cycles de conception des automobiles soient tels que ces technologies ne se retrouveront pas sur la route avant quelques années. Ces cycles de conception, qui vont de trois à quatre ans entre le concept à la production de volume, sont sans commune mesure avec ceux des appareils d'électronique grand public courants, qui sont plutôt de 18 mois voire moins. Les cycles de conception plus longs du secteur automobile peuvent être attribués aux risques et à la lourde responsabilité civile associés aux équipements défectueux. Les incidents récents de malveillance informatique ne font qu'augmenter le degré de précaution requis. Ceci dit, la conformité à des normes telles que l'ISO 26262 contribue à assurer la sûreté de fonctionnement des équipements automobiles, mais elle a un

I.- ÉVOLUTION DU NOMBRE DE DISPOSITIFS CONNECTÉS ENTRE 2013 ET 2020 (EN MILLIONS D'UNITÉS)

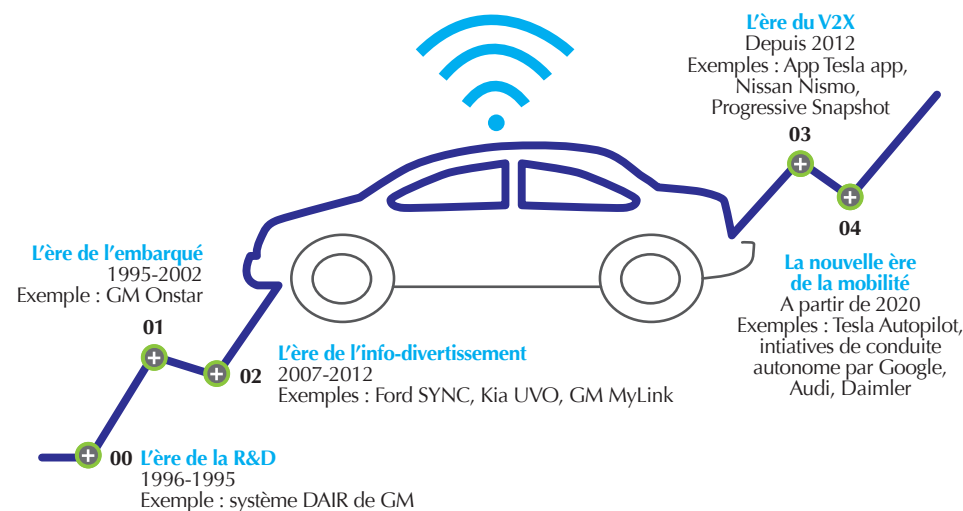
CATÉGORIE	2013	2014	2015	2020
Automobile	96	189,6	372,3	3 511,1
Grand public	1 842,1	2 244,5	2 874,9	13 172,5
Entreprises génériques	395,2	479,4	623,9	5 158,6
Entreprises verticales	698,7	836,5	1 009,4	3 164,4
Total	3 032	3 750	4 880,6	25 006,8

Le nombre d'appareils IoT déployés atteindra 25 milliards d'unités d'ici à 2020, le secteur automobile présentant l'augmentation la plus forte.

2 VERS LA VOITURE AUTONOME

Alors que l'info-divertissement a apporté un aspect divertissant (justement), nous sommes maintenant bel et bien entrés dans l'ère du V2X, qui combine des capteurs omniprésents à une géolocalisation précise et à des communications cellulaires et à courte portée et qui mènera à une ère de « cognition » automobile inouïe.

(Source Deloitte University Press | DUpress.com)



capacité: le NAVSTAR américain (le GPS d'origine) et le GLONASS (Global Navigation Satellite System) russe. Le Galileo européen, le BeiDou chinois, le Quasi-Zenith japonais et l'IRNSS indien sont également au nombre des systèmes GNSS (tableau II). Toutefois, même si ces constellations sont pleinement accessibles au grand public sans restriction, un positionnement précis requiert l'utilisation de systèmes GNSS multiples, la suppression des trajets multiples, le filtrage Kalman, le traitement de fréquences multiples et l'implantation de techniques de navigation à l'estime en 3D (3D Dead Reckoning). Les fiches techniques fournissent généralement des données chiffrées sur la précision en mode stationnaire, mais la précision d'un système de géolocalisation ne devrait être évaluée que sur la base d'une performance dynamique dans une situation concrète et sur sa capacité à intégrer les informations issues des accéléromètres, des gyroscopes et autres capteurs ABS pour la vitesse. Une bonne implémentation doit ainsi permettre d'avoir une bonne idée de la position du véhicule de l'entrée d'un tunnel jusqu'à sa sortie et ce grâce à la navigation à l'estime 3D, combinée à une corrélation cartographique hors ligne. Heureusement, les systèmes de géolocalisation reçoivent généralement

prix en temps et en argent. Les mêmes contraintes s'appliquent aussi à la connectivité sans fil qui doit satisfaire les exigences réglementaires mondiales.

Le nombre d'applications pour les technologies V2X n'en continue pas moins de grossir au fur et à mesure que les développeurs trouvent de nouveaux moyens de combiner les données des capteurs avec un positionnement précis, la connectivité cellulaire et la communication sans fil à courte portée. Il en résulte une multiplication d'idées et de concepts à implémenter dès lors qu'ils mettent en œuvre des connexions à l'intérieur et autour du véhicule (figure 3). Dans la voie qui amènera aux véhicules autonomes, les afficheurs tête haute fournissant une aide à la trajectoire ou une détection de déviation de trajectoire constituent un exemple intéressant. Ils nécessitent en effet un positionnement précis, jusqu'à 1 mètre voire moins, de même que la perception des intentions, non seulement du conducteur, mais aussi des autres véhicules. Il faut donc une bonne géolocalisation mais aussi des transmissions à latence réduite de données comme la vélocité directionnelle et la position et la vitesse relatives des véhicules à proximité. Ce n'est qu'une fois que ces informations sont analysées que le système embarqué peut indiquer si le changement de voie est

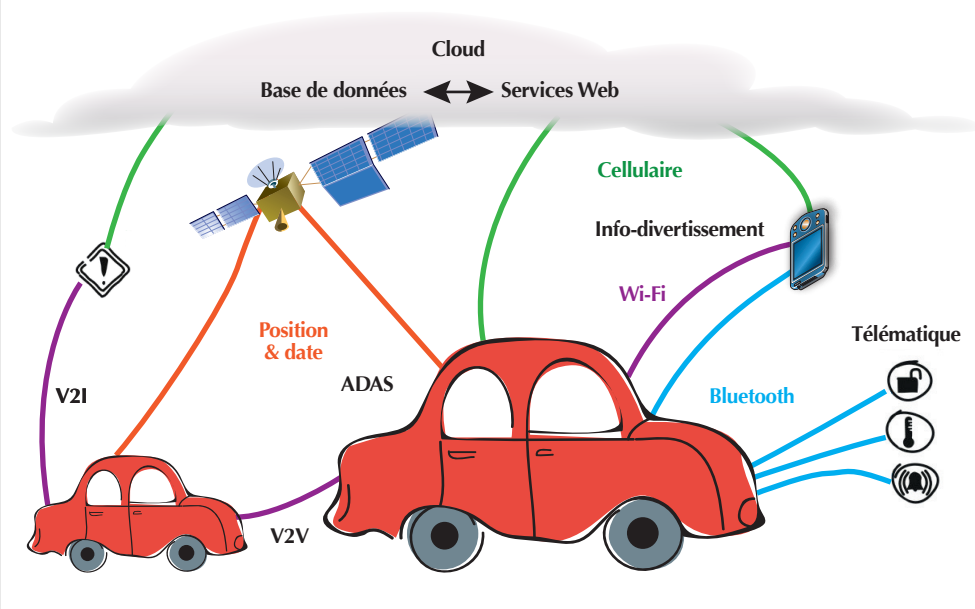
possible ou non. Les étapes suivantes, ce sera l'assistance à la conduite mains libres, le pilotage entièrement automatique sur autoroute, puis les véhicules autonomes !

Le défi de la géolocalisation

Pour obtenir une géolocalisation précise, il existe une multitude de systèmes internationaux de navigation par satellite (GNSS) mais deux seulement sont considérés comme réellement mondiaux dans leur

3 LE VÉHICULE CONNECTÉ DANS SON ENVIRONNEMENT

Le véhicule connecté à l'IoT intégrera des capteurs, un traitement à faible coût, des communications sans fil, un positionnement précis et une analyse et des commandes dans le cloud pour mettre en œuvre le potentiel du V2X.



sans émettre, si bien que le concepteur n'a guère à se soucier des réglementations FCC américaine, CE européenne ou autres pour les émissions sans fil, mais l'immunité relative d'un récepteur de géolocalisation aux interférences est un facteur critique à prendre en compte.

Opter pour les modules radio clé en main

A l'heure actuelle, alors que l'Europe et la Russie ont rendu obligatoire le service eCall avec une précision de moins de 1 m et que les États-Unis suivent de près, le choix du bon récepteur ou module de géolocalisation est désormais hautement prioritaire pour tous les constructeurs automobiles. Outre la disponibilité des modules, le problème majeur auquel un OEM doit faire face est l'emplacement de l'antenne. Dans ce cadre, le design en aileron de requin est une approche populaire.

II.- COMPARAISON DES SYSTÈMES DE GÉOLocalISATION PAR SATELLITES

SYSTÈME	PAYS	PRÉCISION	CONSTELLATION
GPS	Etat-Unis; mondial	5m	31
GLONASS	Russie; mondial	5 à 10m	24
Galileo	Union européenne, Agence spatiale européenne	1 m (public); 1 cm (crypté)	30
BDS (BeiDou-2)	Chine	10m (accès libre); 0,1 m (militaire)	35
Quasi-Zenith	Japon	0,01 à 1 m	4
IRNSS	Inde	10 à 20m	7

Même s'il existe une multitude de systèmes de géolocalisation par satellites, seulement deux peuvent être considérés comme accessibles mondialement et encore n'ont-ils pas tous la précision inhérente au changement de voie en toute sécurité. (Source : Wikipedia)

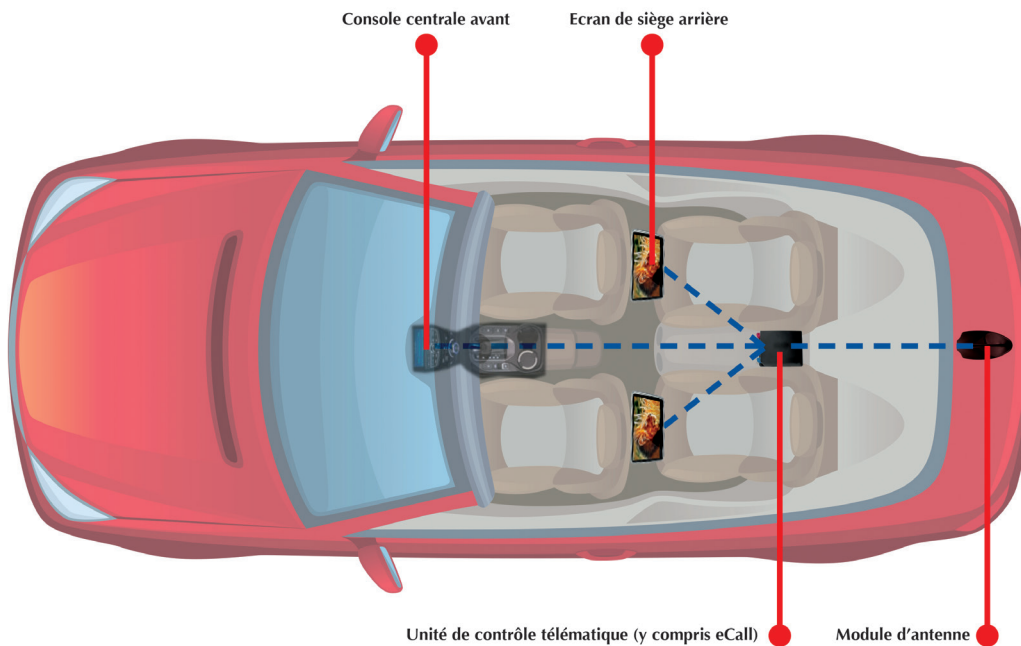
de la voiture afin d'éviter l'usage de câbles RF onéreux. Il faut alors opter pour des composants électroniques aptes à fonctionner dans une plage de température étendue (figure 4). De fait, alors que le coaxial était tra-

Parmi les autres émetteurs/récepteurs présents dans l'automobile, on trouve le Wi-Fi et le Bluetooth Low Energy ainsi que les interfaces radio cellulaires. Si ces interfaces sont aptes à l'échange de données, les

latences réduites nécessaires aux communications V2V, V2I et V2X ont mis aussi l'accent sur l'intégration des radios 802.11p. Le 802.11p est une modification de la norme 802.11 (Wi-Fi) qui permet l'échange de données entre véhicules à grande vitesse et entre les véhicules et l'infrastructure routière sur la bande ITS homologuée de 5.9 GHz (5,85 - 5,925 GHz). La couche physique est totalement différente, si bien que cette technologie exige sa propre radio. Bien que la facture en soit plus élevée en termes de composants électroniques, de logiciels et de conformité à la réglementation, une grande partie

4 ARCHITECTURE DE COMMUNICATION DANS UN VÉHICULE CONNECTÉ

Les antennes servant à la fois aux communications radio et aux informations de positionnement nécessitent un câble coaxial géré par une unité de contrôle télématique (UCT) principale, mais une tendance au câblage numérique à coût réduit est en cours avec tous les sous-systèmes radio intégrés dans les ailerons (ou les rétroviseurs).



Avec les ailerons de requin, l'antenne est placée sur le véhicule et un câble coaxial la relie à l'unité de contrôle télématique (UCT) principale. De là, le signal peut être distribué via des interfaces Ethernet, sans fil ou CAN jusqu'à la console avant et aux écrans pour sièges arrière. Dans certains cas, toute l'électronique est même transférée sur le toit

ditionnellement utilisé jusqu'à présent, on peut utiliser des câbles numériques moins chers en intégrant toute l'électronique d'émission/réception radio dans l'aileron ou les rétroviseurs extérieurs (pour la diversité d'antenne), bien que l'UCT doive de toute façon résister à des températures comprises entre -40°C et 105°C.

de ce coût peut être compensée en utilisant des modules clés en main. Cette approche modulaire est également intéressante du point de vue des opérateurs de téléphonie mobile américains qui exigent un contrôle de conformité complet avant qu'un dispositif ne puisse être connecté à leur réseau. Ce n'est pas le cas dans les législations européennes. ■