

# CAPTEURS ET VÉHICULES AUTONOMES

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>ENTRE COMPLÉMENTARITÉ ET REDONDANCE</b>	<b>4</b>
▪ <b>CAPTEURS POUR LES VÉHICULES AUTONOMES : ENTRE COMPLÉMENTARITÉ ET REDONDANCE</b>	<b>4</b>
▪ <b>DE MULTIPLES ENJEUX AUTOUR DES DONNÉES GÉNÉRÉES PAR LES CAPTEURS DU VÉHICULE AUTONOME</b>	<b>6</b>
▪ <b>« VALEO A UN LEADERSHIP IMPORTANT SUR LES CAPTEURS LIDAR »</b>	<b>8</b>
▪ <b>« NOUS VOULONS FACILITER L'INTÉGRATION ET L'UTILISATION DES DONNÉES LIDAR »</b>	<b>11</b>
<b>POUR EN SAVOIR PLUS</b>	<b>14</b>
▪ <b>« LE CONDUCTEUR AURA PLUS UN RÔLE DE SUPERVISION »</b>	<b>14</b>
▪ <b>L'AUTONOMISATION DES VÉHICULES COMME VECTEUR DE LA MOBILITÉ</b>	<b>16</b>
▪ <b>VÉHICULES AUTONOMES ET CONNECTÉS : PLUS DE SÉCURITÉ AVEC LA 5G ?</b>	<b>18</b>
▪ <b>LES VOITURES AUTONOMES MENACENT LES CENTRES-VILLES</b>	<b>20</b>
▪ <b>LES CAPTEURS, TECHNOLOGIES CLÉS DU VÉHICULE AUTONOME</b>	<b>21</b>
▪ <b>LES THÈSES DU MOIS : CAPTEURS POUR LES VÉHICULES AUTONOMES, DES DÉFIS TOUJOURS PLUS COMPLEXES À RELEVER</b>	<b>23</b>

# INTRODUCTION

Les capteurs, qui se multiplient sur les véhicules, occupent une place centrale dans le développement des modes de transport autonomes. Entre l'exploitation des performances grandissantes des capteurs, et la nécessité de les utiliser ensemble en temps réel, les défis pour les constructeurs sont nombreux.

On dénombre sur les véhicules autonomes trois types de capteurs : les radars, les caméras et les LiDARs. Les sonars sont parfois utilisés, mais la stratégie d'appréhension de l'environnement pour les véhicules autonomes se construit autour des trois premiers cités.

Plusieurs facteurs entrent en jeu pour comprendre les défis qui se posent aujourd'hui aux ingénieurs développant les systèmes de navigation autonomes. D'abord celui, final, de la sécurité. En effet, l'information que transmet un capteur va engendrer une action de la part de l'intelligence artificielle qui gère un véhicule totalement autonome, de niveau 5. Cette action doit être sûre dans la mesure où le véhicule peut, en cas d'accident, blesser les passagers et des personnes dans le périmètre proche. Il est donc nécessaire de faire collaborer les capteurs entre eux, pour plusieurs raisons. D'abord, cela va permettre de multiplier les informations - et les données - menant à la décision. Aussi, les capteurs ont des caractéristiques différentes. Leurs niveaux de performance ne sont pas les mêmes selon les conditions extérieures, et la nature même des données collectées varie selon le capteur que l'on utilise.

Les enjeux en termes de développements d'algorithmes performants, pour exploiter au maximum les capacités de chaque type de capteur, mais aussi pour faire fonctionner efficacement les capteurs entre eux, sont donc très importants.

Il faut également, toujours en termes de sécurité, multiplier les capteurs pour mieux prévenir les défaillances potentielles de l'un d'entre eux. Enfin, dans le cas où deux capteurs fournissent des informations contradictoires dans une situation donnée, il est important qu'un troisième capteur puisse venir trancher.

Sur un autre plan, la multiplication des capteurs va aussi voir se développer tout un système de collecte et d'exploitation des données pour améliorer de façon continue la performance des véhicules autonomes, et offrir des services aux passagers.

Sur ce dernier point les enjeux sont colossaux. La monétisation de services - connectés - est une manière de développer des modèles d'exploitation cohérents, rentables et permettant de lisser le prix de la location, qui n'est du coup plus le seul service proposé.

## ENTRE COMPLÉMENTARITÉ ET REDONDANCE

# CAPTEURS POUR LES VÉHICULES AUTONOMES : ENTRE COMPLÉMENTARITÉ ET REDONDANCE

*Le développement de véhicules ayant des niveaux d'autonomie de plus en plus élevés oblige les constructeurs à exploiter au maximum les potentialités des capteurs, pour profiter de leur complémentarité et obtenir une redondance des informations collectées.*

Les constructeurs automobiles développant des **véhicules autonomes** ont un but commun : atteindre le niveau 5 d'autonomie, qui correspond à l'autonomie complète. Le conducteur devient alors passager, et n'a plus aucun rôle dans la conduite du véhicule. Nous en sommes encore loin.

Aujourd'hui, les véhicules autonomes de niveau 3 (le niveau 3 correspond à une conduite conditionnellement automatisée) arrivent tout juste sur le marché. Le niveau 4 représente un **palier très important pour les constructeurs**, car le niveau de complexité devient exponentiel par rapport au niveau 3. Concrètement qu'est-ce que cela signifie ? Cela veut dire que le véhicule de niveau 4 doit pouvoir gérer tellement de situations diverses que les flux d'informations à générer et à intégrer deviennent de véritables casse-têtes. Cependant, **comme pour les niveaux 2 et 3, la R et D relève ces challenges**, et au final la question n'est pas de savoir si les véhicules de niveau 4 puis 5 verront un jour le jour, mais plutôt quand.

Les défis sont nombreux : connectivité du véhicule avec son environnement, services, performances des capteurs... cette dernière problématique illustre parfaitement les challenges à relever pour continuer de s'approcher de l'autonomie complète.

Aujourd'hui, trois types de capteurs sont utilisés dans les véhicules autonomes. La plupart de ces capteurs équipent aussi les véhicules classiques d'aujourd'hui, en série, et ont été initialement développés pour **l'assistance au freinage ou au parking**. Pour se rapprocher de plus en plus du véhicule autonome de niveau 5, les constructeurs doivent continuer à améliorer les performances de ces capteurs, et parvenir à les faire fonctionner ensemble, avec deux mots d'ordre : **la complémentarité et la redondance**.

### Caméras, radars et LiDARs

Les **caméras**, radars et LiDARs constituent les trois familles de capteurs utilisés pour permettre au véhicule de percevoir le plus fidèlement possible son environnement et prendre les décisions adaptées en termes de conduite et surtout de sécurité.

Les capteurs caméras, déjà utilisés depuis longtemps pour l'assistance au parking par exemple, ont vu leurs performances exploser ces dernières années. **Leur résolution en hausse constante, et leur prix en baisse constante** en font aujourd'hui un outil précieux pour développer une « vision » de l'ensemble de l'environnement du véhicule. Pour autant, les caméras actuelles présentent des limites, en particulier en ce qui concerne l'évaluation des distances. Si deux caméras fournissent les informations suffisantes pour évaluer une distance, le niveau de précision nécessaire pour les exigences liées à la conduite autonome ne sont pas réunies, **comme l'explique Guillaume Bresson**, directeur du domaine **véhicule autonome et connecté** à l'institut **Vedecom** : « *La vision stéréoscopique permet de mesurer l'éloignement des obstacles, au moins des plus proches, mais*

*il lui faut des textures, elle est mise en défaut par les surfaces uniformes, comme une chaussée bien propre. »*

Pour pallier ces limites, les constructeurs ont dû développer l'utilisation d'autres capteurs, dont les performances, complémentaires à celles des caméras, permettent d'obtenir les résultats désirés en termes de précision et de fiabilité de l'information. Ainsi, les capteurs LiDARS, développés depuis plus d'une décennie, et **basés sur l'émission de faisceaux lasers**, donc de lumière, permettent d'obtenir des résultats probants en deux dimensions, et de plus en plus en trois dimensions, grâce à leurs multiplications sur les véhicules. Le principal inconvénient pendant de longues années du LiDAR était son prix. Aujourd'hui, les performances du LiDAR se sont très nettement améliorées, et son prix baisse, ce qui permet à ce type de capteur de se faire une place de plus en plus importante au sein du véhicule autonome. Cela dit, comme nous venons de le voir pour les caméras, les LiDARS, même boostés par l'innovation, présentent des limites en termes de performances, ce qui oblige les constructeurs à les associer à d'autres capteurs pour obtenir une information fiable. Par exemple, le LiDAR va présenter des lacunes pour ce qui concerne la captation d'informations par temps de pluie, de neige ou de brouillard. On touche ici du doigt l'importance de la complémentarité entre les technologies, qui permet de combler les faiblesses de l'une d'entre elles, dans des cas spécifiques.

Le troisième type de capteur utilisé dans le véhicule autonome est le radar, une technologie ancienne et aujourd'hui très bien exploitée. Il va, pour revenir sur les lacunes du LiDAR, être opérationnel et pleinement efficace par temps de pluie ou de brouillard. Par contre, le radar aura une résolution bien inférieure au LiDAR.

LiDARS, caméras et radars sont donc indispensables au développement d'un véhicule autonome fiable de par leur complémentarité... mais également parce qu'ils apportent une redondance à l'information. En effet, et il s'agit là d'une problématique majeure dans le développement du véhicule autonome, il est indispensable, en cas de panne ou

de dysfonctionnement d'un capteur, que le système opérant le véhicule puisse continuer à fonctionner normalement. Aussi, et c'est là l'objet principal de la redondance de l'information, il arrive que des capteurs ne soient pas d'accord : sur l'identification d'un objet par exemple. Dans ce cas, le fait d'avoir plusieurs capteurs permet de mettre en place un système où, dans le cas où deux capteurs sont en désaccord, un troisième vient trancher la décision. Si ces systèmes sont toujours en développement, on imagine facilement la difficulté, en termes de sécurité, de mettre en place ces systèmes de prise de décision mêlant plusieurs capteurs, et fournissant une **quantité astronomique de données** à intégrer et à interpréter par le système de navigation du véhicule. C'est tout l'enjeu derrière le développement du niveau 4 d'autonomie du véhicule autonome.

**Par Pierre Thouverez**

21/10/2021

# DE MULTIPLES ENJEUX AUTOUR DES DONNÉES GÉNÉRÉES PAR LES CAPTEURS DU VÉHICULE AUTONOME

*Qui dit capteur dit données collectées. Celles générées par les véhicules autonomes pourraient représenter un véritable défi en termes de collecte, de gestion, d'interprétation et bien sûr de monétisation.*

Personne ne peut aujourd'hui affirmer quand et dans quelles conditions sera mis sur le marché un **véhicule autonome** de niveau 5. Ce qui est certain, c'est que ces véhicules seront sur le marché dans les décennies à venir. La généralisation de ce mode de transport entrainera avec elle la nécessité de collecter les données relatives au fonctionnement des véhicules autonomes. En incluant en plus les données directement liées aux utilisateurs.

Les **défis autour de la génération de ce volume de données** extrêmement important sont de différentes natures.

## La collecte et l'interprétation

Les **caméras**, radars, LiDARs et même sonars sont utilisés pour permettre au véhicule d'**appréhender au mieux son environnement**, afin d'assister le conducteur dans sa tâche, et à terme de l'en décharger complètement.

Ces capteurs génèrent des données qui sont collectées, analysées et interprétées pour développer des algorithmes capables de traduire la perception du capteur en action au niveau du véhicule. Les innovations technologiques autour des capteurs permettent d'obtenir des données de plus en plus nombreuses et précises. Il y a donc un enjeu fondamental pour les équipes informatiques qui travaillent sur le développement des véhicules autonomes, celui de produire des algorithmes permettant d'exploiter au mieux ces données. **Cela est nécessaire pour arriver à produire un véhicule autonome fiable.**

En termes de collecte, l'enjeu est également de taille. Et **probablement encore sous-estimé** à l'heure actuelle, tant la technologie évolue vite. Ainsi, Intel, qui prévoyait un taux de collecte moyen de 4 To (tera octet) par véhicule et par jour en 2017, a revu sa copie, et projette aujourd'hui un volume de **20 To par véhicule et par heure** !

Enfin, et il s'agit là également d'un véritable défi technologique, le véhicule autonome doit utiliser, en temps réel, les informations de différents capteurs pour parvenir à générer des informations fiables. Ces données, qui sont parfois de natures différentes, doivent donc être fusionnées et intégrées, en temps réel. Toutes ces problématiques reviennent sur la table à chaque niveau d'autonomie supplémentaire, car les marches technologiques entre chaque palier d'autonomie sont très importantes.

La **composante stockage relève également du casse-tête** : Tesla l'a appris à ses dépens, **en sous-estimant le poids du firmware qui équipe plusieurs de ses modèles**. Ce dernier, qui pesait 300 Mo dans sa première version, dépasse aujourd'hui 1 Go. Cela a obligé le constructeur à rappeler toute une série de véhicules pour changer leur carte MCU (Media Control Unit), avec au passage **3 000 dollars de frais pour les propriétaires concernés**.

## La monétisation et les services associés

On l'a dit, la masse des données générées par le véhicule autonome sera très importante. Ainsi, les constructeurs vont devoir évoluer et développer des compétences pour la **gestion de ces données**. La gestion technologique, on vient de l'évoquer, mais aussi la gestion économique, qui va devenir un enjeu capital.

Le sujet de la monétisation des données générées par le

véhicule autonome, via le développement par exemple de services associés, est vital pour **développer un modèle économique viable autour de ce mode de transport**.

A l'heure actuelle, les constructeurs **mettent en place des partenariats avec des acteurs du cloud, du numérique, et de l'IoT** pour construire des offres de services directement liées à l'utilisation de ce nouveau service de mobilité, et aussi une bibliothèque de services et d'applications diverses, que le passager pourra « consommer » durant son trajet.

Dans un premier temps, il s'agit pour les constructeurs d'imaginer des écosystèmes compatibles avec les outils existants, principalement les smartphones et le cloud. Actuellement, les constructeurs imaginent développer des interfaces compatibles avec les smartphones actuels, pour que le passager connecte son smartphone au véhicule pour profiter de différents services. Le smartphone jouerait alors le rôle d'interface.

Le **développement d'un cloud extrêmement performant** sera également nécessaire pour donner au véhicule autonome la capacité de proposer un éventail d'applications le plus large possible.

Au final, le développement du véhicule autonome va probablement bouleverser de nombreuses industries et activités, grâce à l'exploitation de toutes les données collectées : par exemple, le suivi de l'usure des pièces mécaniques du véhicule va changer la manière d'en imaginer la maintenance. Les assurances également vont devoir réviser leurs modèles, puisque les véhicules autonomes sont amenés à devenir de plus en plus fiables. De manière transversale, ce sont donc toute une panoplie d'acteurs qui évoluent dans la sphère d'activité autour du véhicule autonome qui vont devoir s'adapter à ce **nouveau paradigme** progressivement.

**Par Pierre Thouverez**

26/10/2021

# « VALEO A UN LEADERSHIP IMPORTANT SUR LES CAPTEURS LIDAR »

*Le Français Valeo est un acteur majeur sur le marché des capteurs destinés à équiper les véhicules autonomes, et le premier fournisseur mondial à avoir intégré une chaîne de production de capteurs LiDAR en série.*

Clément Nouvel est responsable LiDAR chez [Valeo](#). Il a expliqué à Techniques de l'Ingénieur la stratégie du groupe français autour de la technologie LiDAR. Une stratégie qui a vu Valeo développer des capteurs LiDAR depuis plus de dix ans, pour atteindre aujourd'hui un statut de leader mondial sur cette technologie.

Une avance qui permet au groupe de se projeter avec confiance sur les [prochaines étapes du développement du véhicule autonome](#), alors que les premiers véhicules de niveau 3 arrivent sur le marché.

**Techniques de l'Ingénieur : Valeo est un acteur historique sur le marché des capteurs pour l'automobile. Pouvez-vous revenir sur cette histoire ?**

**Clément Nouvel :** Le développement industriel de capteurs d'[assistance à la conduite](#) pour équiper les véhicules a commencé dans les années 90, et Valeo était déjà leader sur ce marché à cette époque, avec le développement de capteurs à ultrasons, dont la finalité était un rôle d'avertissement du conducteur pour les manœuvres de stationnement.

Aujourd'hui nous avons produit plus d'un milliard de ces capteurs, qui permettent au conducteur d'être averti lorsque son véhicule suit une trajectoire se rapprochant dangereusement d'un obstacle.

Depuis, d'autres types de capteurs sont venus progressivement enrichir notre portefeuille de technologies pour une compréhension toujours plus complète de l'environnement du véhicule, comprenant capteurs ultrasons, caméras, radars et LiDARS, et améliorer toujours plus la sécurité.

Valeo a été le premier à proposer, grâce à ses capteurs, des systèmes d'alerte de franchissement de ligne et systèmes de détection d'angle mort. Ces technologies sont venues s'ajouter au fur et à mesure pour s'intégrer de manière sûre au fonctionnement du véhicule, avec l'objectif d'informer et d'assister le conducteur dans sa tâche. Tout cela s'est fait de manière très progressive. Aujourd'hui, ces systèmes réglementés sont capables de prendre la main sur le véhicule dans certains cas spécifiques pour intervenir. C'est le cas pour le freinage d'urgence par exemple.

Chaque technologie de capteurs a ses avantages. Le capteur à ultrasons est par exemple bien adapté pour la courte portée. Il est, de plus, petit et peu cher. Il est donc possible d'en installer un peu partout sur le véhicule, pour apporter une aide au parking par exemple.

La caméra a une bonne résolution, peut voir en couleur, et est également peu chère, donc facile à installer dans les véhicules. D'ailleurs, peu de gens le savent, mais dès l'année prochaine quasiment tous les nouveaux véhicules auront une [caméra frontale](#).

Le radar, via l'effet Doppler, permet de capter des informations à travers du brouillard, ou quand les conditions de luminosité sont très mauvaises. Ces technologies sont donc toutes complémentaires, et le LiDAR vient ajouter des avantages supplémentaires par sa portée et sa capacité à



capter l'environnement en 3D avec une grande précision de jour comme de nuit, avec une capacité à voir les détails sans équivalent chez les autres types de capteurs.

Pour arriver au véhicule autonome, il faudra utiliser l'ensemble de ces technologies, qui offrent également une redondance de l'information, ce qui permet d'assurer un niveau de sécurité optimal.

#### **Le LiDAR est-il aujourd'hui un outil technologique pour le développement des véhicules autonomes ?**

Le LiDAR est une technologie indispensable pour atteindre le niveau 3 d'autonomie et présente également des avantages à des niveaux d'autonomie inférieurs, en particulier le niveau 2. Quand on importe une technologie venant d'un autre secteur industriel, il y a un temps de maturation, de convergence pour développer des applications technologiques robustes, performantes, et les moins chères possible.

Sur ce point, Valeo est en position de leadership, puisque nous avons entamé cette réflexion autour de la maturation du LiDAR pour les véhicules il y a plus de dix ans. La question qui peut se poser aujourd'hui est plutôt de savoir quand le LiDAR sera à un niveau de prix et de performance optimaux. Sur ce dernier point, Valeo se place également en leader, puisqu'en produisant de gros volumes, nous développons aujourd'hui les Lidars les moins chers et les plus compétitifs du marché. C'est un domaine sur lequel nous avons un leadership important.

#### **Ce leadership vous place-t-il dans une situation favorable dans la course au véhicule autonome ?**

Oui, il est évident que cela constitue un avantage. Mais cette position de leader se reflète déjà aujourd'hui à travers la sortie du premier modèle - développé par Honda - de véhicule autonome de niveau 3, qui est équipé de cinq SCALA 1, nos capteurs LiDARs première génération. Le second modèle de niveau 3, présenté il y a quelques semaines à l'IAA de Munich, est le Classe S de Mercedes : il est équipé des capteurs LiDARs Valeo deuxième génération. A travers ces réussites s'est révélée une capacité,

acquise progressivement, à adapter nos technologies aux différents cas d'usages liés au niveau 3 d'autonomie. Nous avons aujourd'hui cette capacité de présenter à nos clients des produits très compétitifs, et qui sont également développés et utilisés depuis dix ans par d'autres constructeurs. Toute cette expérience acquise et ce savoir-faire sont des atouts fondamentaux. Aujourd'hui, nous sommes par exemple en mesure de fournir des informations extrêmement précises sur le comportement de nos capteurs sur les routes de différents pays, grâce à l'expérience que nous avons accumulée. Cela a une valeur importante auprès de nos potentiels clients.

A la fin de l'année, notre seconde génération de LiDAR sera montée en série sur les modèles Classe S de Mercedes. Nous sommes les seuls acteurs dans ce cas.

#### **Comment est appréhendé le développement des véhicules autonomes de niveau 4 ?**

La marche pour passer du niveau 3 au niveau 4 est très haute. Nous avons pris de l'avance sur le niveau 3. Il faut savoir qu'aujourd'hui, le niveau 3 tel qu'il existe par exemple au Japon et tel qu'il sera bientôt implémenté dans d'autres pays, correspond pour les véhicules à une vitesse d'embouteillage. Pour passer au niveau 4, il va falloir augmenter le nombre de LiDARs dans chaque véhicule. En termes de complexité, c'est exponentiel entre les niveaux 3 et 4, mais il est certain que notre expertise du niveau 3 nous servira beaucoup pour les prochaines étapes.

Les véhicules de niveau 3 qui sortent sur le marché cette année sont dotés des trois types de capteurs que nous avons évoqués, mais également d'une connectivité et d'une cartographie qui vont s'ajouter progressivement à l'infrastructure du véhicule autonome.

Il est évident qu'il faudra au fur et à mesure mettre en place une standardisation de tous ces systèmes. Pour autant, le déploiement massif dans les véhicules de technologies utilisant les capteurs, la cartographie et la connectivité est d'ores et déjà en cours, avec l'utilisation par exemple de cartes HD pour la cartographie qui vont communiquer avec les capteurs. D'ailleurs, nous avons présenté à l'IAA de

Munich cette année, un modèle Drive4U ayant un niveau 4 d'autonomie, tout en étant équipé intégralement de capteurs de série déjà sur le marché. Il y a donc une marge de manœuvre très large en termes d'innovations, même au-delà de la connectivité et de la cartographie.

Aussi, la production de capteurs à grande échelle va bien sûr favoriser le développement des véhicules autonomes pour tous les acteurs de ce secteur.

**Pouvez-vous nous parler de l'usine de Wemding en Allemagne, dans laquelle ont été développés les processus de production de vos capteurs LiDAR ?**

L'usine de Wemding est l'usine mère des capteurs d'assistance à la conduite chez Valeo. Elle produit des LiDARs, des caméras, des radars, des capteurs à ultrasons... cette usine est importante car c'est elle qui nous permet de produire des capteurs à grande échelle et donc à un coût réduit. C'est aussi une usine extrêmement avancée en termes d'automatisation.

Ensuite, pour en revenir au LiDAR, il s'agit d'une technologie complexe : pour produire des LiDARs en série, il faut parvenir à simplifier et à maîtriser des process et des technologies au maximum. C'est ce que nous sommes parvenus à faire sur notre site de Wemding, progressivement. Ce savoir-faire développé à Wemding est ensuite exporté vers nos autres usines de production. C'est un avantage concurrentiel très important, puisque nous sommes les seuls fournisseurs sur le marché à avoir intégré la production de Lidars en série. Nous en sommes à la seconde génération, alors qu'aucun de nos concurrents n'a mis sa première en production de série pour le moment.

**Propos recueillis par Pierre Thouverez**

*Image du Une : Capteur produit à l'usine de Wemding*  
©Valeo

27/10/2021

# « NOUS VOULONS FACILITER L'INTÉGRATION ET L'UTILISATION DES DONNÉES LIDAR »

*La start-up Oversight est spécialisée dans le développement de solutions de traitement des données LiDAR facilement utilisables et intégrables. Ces solutions intéressent différentes filières industrielles, et notamment celle des véhicules autonomes.*

Les informations fournies à partir des données LiDAR par la start-up [Oversight](#) correspondent aux exigences spécifiques du véhicule autonome.

Raul Bravo, président et fondateur d'Oversight, a expliqué à Techniques de l'Ingénieur en quoi tout le potentiel autour du LiDAR ne serait pas totalement exploité aujourd'hui.

**Techniques de l'Ingénieur : Pourriez-vous revenir sur la genèse de la start-up Oversight ?**

**Raul Bravo :** Oversight est issu d'une société, [Dibotics](#), qui à l'époque de l'émergence des capteurs LiDAR était en pointe en matière de traitement des données en temps réel, notamment pour les navettes autonomes. Dibotics produisait alors des algorithmes pour traiter ce type de données. Oversight a intégré Dibotics pour "productiser" ces algorithmes [*en faire un produit commercial acceptable, NDLR.*] et en faire des outils facilement utilisables.

Oversight a donc pour mission de faire en sorte que le traitement des données LiDAR en temps réel de Dibotics soit facilement utilisable et intégrable, pour être installé dans n'importe quel produit, que ce soit un [véhicule autonome](#), un robot ou une machine industrielle...

**Ce n'est pas encore le cas aujourd'hui ?**

Non, ce n'est pas le cas. Les données transmises par un capteur LiDAR sont très différentes de celles que l'on

obtient en utilisant une [caméra](#). En effet, une caméra est un capteur passif, c'est-à-dire qu'elle fonctionne avec la lumière qu'elle reçoit. Nous disposons aujourd'hui de capteurs ayant une résolution très importante, ils sont d'ailleurs présents dans tous nos smartphones.

Le LiDAR est lui un capteur actif, il génère de la lumière. C'est ce qui l'empêche de proposer une résolution aussi importante que les caméras.

Par contre le LiDAR apporte quelque chose qui le rend intéressant et que la caméra ne propose pas : la 3D. La 3D va permettre de voir des volumes, de distinguer des objets, ce qui est fondamental, par exemple dans le cas du développement des véhicules autonomes. Prenons un exemple : une caméra va pouvoir repérer un individu situé autour d'un véhicule, mais ne pourra pas donner d'information précise sur son emplacement exact. Or, la précision de ce type d'information est une des clés pour développer [des véhicules autonomes fiables et sûrs](#).

Cet aspect spatial des données est crucial, pour le véhicule autonome mais également dans beaucoup d'autres domaines. C'est ce qui rend le LiDAR si intéressant.

**Comment traitez-vous ces données LiDAR ?**

Ce sont des données extrêmement complexes à traiter. C'est la mission d'Oversight de travailler sur ces données pour les rendre plus accessibles. Elles sont par nature éparses, il nous faut donc développer des moyens d'en tirer tout le potentiel, et en extraire l'information dont on a besoin : S'il y a un individu en amont du véhicule : est-il sur le trottoir, sur la route, faut-il freiner, changer de trajectoire... nous devons être en mesure de fournir de manière fiable les données menant à ces actions.

### **Et Outsight est-il en mesure de fournir ces informations à l'heure actuelle ?**

Nous avons mené des tests de détection d'objets. Sur l'image ci-dessous, on voit à gauche les informations que fournit le LiDAR, et à droite l'exploitation que nous en faisons en temps-réel. Le but est de distinguer un pneu se situant une centaine de mètres devant le véhicule.

Sur l'image de gauche, il est impossible de distinguer le pneu. Sa présence au-dessus de la flèche bleue est caractérisée par une petite rupture d'onde.

Il est par contre clairement identifié sur l'image de droite, devant la voiture, en trois dimensions.

C'est une illustration des travaux que nous menons. Sous les images, on voit deux graphes indiquant combien de fois le LiDAR touche l'obstacle au fur et à mesure qu'il s'approche du pneu. En générant une "super résolution", nous arrivons à cumuler l'information dont nous disposons, un peu comme le fait un humain avec ses yeux en se rappelant de ce qu'il a vu quelques instants auparavant, mais pas une caméra, qui elle ne fournit que des images instantanées.

Concrètement, la caméra ne propose ni plus ni moins qu'une succession de photos s'enchaînant rapidement. Ainsi, les logiciels de traitement de vidéos traitent en fait chaque image de la vidéo, l'une après l'autre. Les données transmises par le LiDAR étant d'une résolution limitée, de nombreux acteurs du marché ont abandonné l'idée de traiter les données LiDAR comme on traiterait une vidéo, arguant que le LiDAR est trop cher et pas assez performant. Nous pensons chez Outsight que les informations fournies par le LiDAR permettent aujourd'hui d'obtenir des résultats et une résolution suffisantes pour les besoins du véhicule autonome. L'idée est d'exploiter au maximum toutes les données que nous fournissent le LiDAR.

### **La technologie LiDAR n'est donc pas exploitée aujourd'hui au maximum ?**

En effet. Disons qu'il ne faut pas écarter une technologie

tant qu'on ne l'a pas exploitée au maximum. Nous entendons autour de nous que le LiDAR est une technologie qui n'est pas encore mûre... nous ne sommes pas d'accord et nous pensons qu'aujourd'hui le LiDAR n'est pas exploité comme il pourrait l'être.

### **Sur le véhicule autonome, y a-t-il un intérêt à combiner les spécificités des différents capteurs pour obtenir un résultat le plus fiable possible ?**

Il y a deux raisons principales pour lesquelles on peut chercher à combiner différents capteurs. D'abord, on peut combiner des capteurs parce que chaque capteur a des imperfections. Par exemple, les caméras ne fonctionnent pas quand il n'y a pas de lumière, il faut donc un capteur complémentaire pour étendre l'aspect "vision" du véhicule en conditions nocturnes.

Ensuite, il y a l'épineuse question de la sécurité : si un capteur nous dit qu'il n'y a pas d'obstacle devant lui, il faut un second capteur qui confirme l'analyse du premier. C'est un principe de redondance, qui est même parfois étendu à trois capteurs, dans le cas où les deux premiers capteurs ne sont pas d'accord. Ces trois capteurs sont en général un LiDAR, un radar et une caméra, qui sont trois technologies très complémentaires les unes par rapport aux autres, puisqu'elles perçoivent toutes trois leur environnement de manière différente.

### **La problématique est donc de développer une complémentarité entre les technologies pour rendre le véhicule autonome fiable ?**

Dans l'absolu oui, mais ce n'est malheureusement pas aussi simple que cela. Avant de parler de complémentarité des capteurs, il faut d'abord résoudre d'autres problématiques. Par exemple, quand on se penche sur le repérage d'objets qui se situeraient sur la trajectoire de la voiture, il faut être certain que les différents capteurs repèrent et se réfèrent bien aux mêmes objets. Sans quoi la complémentarité n'existe pas. Il faut donc des référentiels spatiaux et temporels communs. C'est ce que nous proposons avec notre logiciel via l'analyse en temps réel des informations. Cela permet de mettre en place un référentiel commun,

pour favoriser le développement de cette complémentarité dans un cadre précis.

**Quand-est ce que vous pensez voir un véhicule autonome évoluer librement en ville ?**

Je peux vous dire précisément quand le véhicule autonome sera prêt, je peux vous dire dans quel environnement évoluera ce véhicule, mais je suis aujourd'hui incapable de vous donner ces deux informations en même temps ! Aujourd'hui il reste encore de nombreuses problématiques d'une extrême complexité, des infrastructures et une régulation efficace à mettre en place... cela va prendre un certain temps.

**Propos recueillis par Pierre Thouverez**

***Image de une : Image obtenue grâce aux données LiDAR ©Outsight***

27/10/2021

## POUR EN SAVOIR PLUS

# « LE CONDUCTEUR AURA PLUS UN RÔLE DE SUPERVISION »

*Le constructeur automobile français Renault a développé toute une gamme de véhicules proposant des systèmes d'aide à la conduite, plus connus sous l'acronyme d'ADAS (advanced driver-assistance systems).*

Si ces véhicules de **niveau 2** sur l'échelle SAE laissent l'entière responsabilité de la conduite au conducteur, ils lui offrent plus de confort et de sérénité. Ainsi le rôle du conducteur évolue pour se concentrer plus sur des tâches de supervision.

Luc Bourgeois, expert leader ADAS/AD au sein du Groupe Renault, revient pour Techniques de l'Ingénieur sur cette évolution.

Il nous explique également ce qui sépare encore les constructeurs de la mise en circulation de **véhicules autonomes de niveau 3**, lesquels permettront au conducteur de déléguer la conduite au véhicule, sous certaines conditions. Ce que le niveau 2 ne permet pas.

**Techniques de l'Ingénieur : Quelle est l'offre actuelle de Renault en termes de véhicules ADAS ?**

**Luc Bourgeois :** Renault déploie des **ADAS** depuis plusieurs années maintenant. Notre offre se décline autour de trois grandes domaines : la sécurité, le confort et les aides à la manœuvre.

Prenons deux exemples. Avec notre Assistant Autoroute et Trafic, qui est un ADAS de niveau 2, le système gère à la fois le contrôle longitudinal et le contrôle latéral : il adapte la vitesse du véhicule, jusqu'à l'arrêt complet, en fonction du véhicule devant lui et maintien son centrage dans sa voie. Le tout de manière coordonnée. Tout ceci est possible grâce aux capteurs embarqués, que sont les caméras et les radars principalement.

Dans le domaine des aides à la manœuvre, Renault propose par exemple des vues à 360° pour l'aide au parking, en plus des dispositifs de détection à base d'ultrasons.

**Ces innovations font-elles évoluer le rôle du conducteur ?**

Il faut bien garder à l'esprit que le conducteur, même avec l'assistance de ces ADAS évoluées de niveau 2, est toujours responsable de la conduite. Mais, **son rôle évolue**. Pour vous donner un exemple : Quand vous n'avez pas de régulateur de vitesse dans votre véhicule, vous allez vérifier le compteur de vitesse environ dix fois par minute. Ces contrôles fréquents font quitter la route des yeux et entraînent une fatigue, oculaire notamment. Avec des ADAS évolués de niveau 2, cette vérification n'est plus nécessaire. Le conducteur est alors amené à passer plus de temps à la supervision de la scène de conduite qu'à la conduite elle-même. Cela apporte plus de sérénité au conducteur et aussi plus de sécurité, pour lui et les autres usagers de la route. D'ailleurs, on mesure aujourd'hui des gains substantiels en termes de sécurité routière liés au déploiement des ADAS, c'est important de le préciser. Pour autant, s'il a plus un rôle de supervision de l'environnement de conduite grâce aux ADAS de niveau 2, le conducteur reste responsable de la conduite..

**Qu'est-ce qui nous sépare du niveau 3 d'autonomie, qui permet au conducteur de déléguer la conduite au véhicule sous certaines conditions ?**

A partir du niveau 3 en effet, on peut offrir au conducteur ce que l'on appelle une délégation de conduite. Dans ce cas, le conducteur peut utiliser un mode qui lui permet de sortir des tâches de conduite et de la surveillance de la scène de conduite, sous certaines conditions. Aucun constructeur ne le propose aujourd'hui, mais tout le monde y travaille. A partir des fonctions ADAS de niveau 3, il faut considérer ce

qu'on appelle l'ODD (Operational Domain Design) : c'est le domaine de fonctionnement dans lequel on va autoriser un véhicule à proposer un moment de délégation de conduite. Aujourd'hui nous travaillons sur des ODD limités : routes à voies séparées, trafic assez dense et vitesse limitée. Du coup, ces ADAS permettront de proposer des moments de délégation de conduite. On ne parle pas pour le moment d'ADAS qui offriront une délégation de conduite à n'importe quel moment, mais uniquement dans les zones où les conditions de fonctionnement de l'ADAS sont réunies pour garantir la sécurité.

### **Revenons sur les ADAS de niveau 2. Quelles sont les innovations à venir ?**

Pour améliorer encore le confort, la sécurité et les émissions de CO2 à l'usage, il faut mieux anticiper les situations routières. Concrètement, les systèmes de bord doivent comprendre encore mieux et les caméras « voir » plus loin ce qui se passe autour du véhicule. Aujourd'hui, les capteurs « voient » à environ 200 mètres autour de la voiture, 400 mètres pour les caméras. Cette distance n'est pas toujours suffisante pour anticiper des situations, notamment celles liées au vecteur énergétique du véhicule. Sur autoroute, à 130 km/h, en cas de freinage, il est préférable que la distance de perception des capteurs soit plus importante, afin de mieux appréhender les situations. Cela permet au véhicule d'adapter son freinage, et permet des économies très importantes en matière d'émissions polluantes des véhicules, en plus de l'aspect sécuritaire.

**Pour doter les véhicules de ces capacités d'anticipation, on les connecte.** Dans les mois et les années qui viennent vont se développer des connectivités, de véhicule à véhicule, et entre le véhicule et l'infrastructure autour de lui. L'amélioration de la capacité du véhicule à pouvoir identifier son environnement lui permettra, pour reprendre l'exemple du freinage, de beaucoup plus anticiper – un virage, un stop, un ralentissement du trafic – pour adapter ses actions.

Sans parler de la connexion avec les autres véhicules où avec l'infrastructure autour du véhicule, l'amélioration de la connectivité du véhicule lui-même permet déjà de proposer

des ADAS innovants. Aujourd'hui, à travers une cartographie connectée et mise à jour régulièrement, on peut avoir une connaissance de la géométrie des cartographies routières. C'est un outil très puissant pour améliorer l'aide à la conduite et l'efficacité des véhicules.

**Propos recueillis par PierreThouvez**

28/10/2020

# L'AUTONOMISATION DES VÉHICULES COMME VECTEUR DE LA MOBILITÉ

*Si le véhicule totalement autonome n'est pas encore aujourd'hui une réalité, les constructeurs développent des modèles qui s'en rapprochent de plus en plus.*

Aujourd'hui, les **véhicules les plus évolués de Tesla**, par exemple, ont un degré d'autonomie de niveau 3, au mieux. Ce niveau induit un guidage longitudinal (vers l'avant et vers l'arrière) et un guidage latéral (vers la gauche et vers la droite) automatisés, que l'on ne retrouve pas sur les niveaux précédents. Cela leur permet de doubler une voiture, de respecter les distances de sécurité, de maintenir le véhicule dans sa voie... Ces fonctionnalités sont activées selon la législation du pays dans lequel est utilisé le véhicule, bien sûr.

Commençons par le début. On distingue 6 degrés d'autonomie : de 0 à 5. Mise en place par la **NHTSA** (National Highway Traffic Safety Administration), cette échelle s'est imposée au niveau international. Elle est par exemple reprise dans le **livre blanc** réalisé par l'INRIA sur le **véhicule autonome**, et globalement utilisée par tous les constructeurs. L'intérêt de cette classification, outre celui de constater le degré d'automatisation du véhicule, est d'observer le rôle dévolu à l'humain dans la gestion de la conduite.

Le niveau 0, sans surprise, concerne les véhicules ne bénéficiant d'aucun système d'automatisation. La conduite reste donc entièrement à la charge du conducteur. Certains dispositifs, comme l'avertisseur de changement de voie (déplacement latéral), de proximité d'un obstacle, d'une voiture dans l'angle mort, apportent une aide au conducteur, mais en aucun cas ne le remplacent dans la prise de décision.

Le niveau suivant, le 1, voit également le conducteur garder l'entière responsabilité des manœuvres, en lui laissant la possibilité de déléguer au système (c'est-à-dire à l'intelligence artificielle du véhicule embarqué) certaines tâches,

comme par exemple le contrôle longitudinal du véhicule (repérage des obstacles devant et derrière le véhicule), la régulation de la vitesse en fonction des indications routières... A ce niveau d'autonomie, le véhicule doit être en capacité de « donner la main » à l'humain dès que la situation l'exige. Il faut bien comprendre que le conducteur a l'obligation de rester attentif car il est de sa responsabilité de reprendre les commandes quand le système les lui redonne (via un signal lumineux ou sonore).

Le niveau 2 permet d'entrevoir une autonomie qui laisse le conducteur un peu plus « spectateur » de la conduite. En effet, au niveau 2, l'entièreté des manœuvres est déléguée au système, bien que supervisée par le conducteur, qui doit pouvoir reprendre la main quand cela est nécessaire. Par exemple avec l'aide au stationnement : quand le véhicule arrive devant une place libre, détectée soit par le système soit par le conducteur, ce dernier a le choix entre laisser le véhicule se garer seul ou reprendre les commandes et effectuer la manœuvre seul. Dans ce cas également le conducteur est entièrement responsable de son véhicule et de sa conduite, le cas échéant.

## Un véritable gap entre les niveaux 2 et 3

Le niveau 3 est celui sur lequel s'échinent actuellement les constructeurs et représente un fossé technologique par rapport au niveau 2 que l'on vient de décrire. En effet, au niveau 3, le conducteur peut déléguer la conduite sur les deux dimensions de guidage, longitudinal et latéral. C'est à partir de ce niveau que le conducteur devient un peu plus « passager », même s'il garde la responsabilité, *in fine*, des actions entreprises par son véhicule. Le système assurant le maintien du véhicule dans sa voie, le respect de l'allure et l'appréhension des conditions de trafic, le conducteur peut se permettre d'abaisser son niveau de vigilance et même se consacrer à d'autres tâches, brièvement. Comme



on le voit, le niveau 3 est celui où le véhicule commence à « comprendre » son environnement à un degré très supérieur à celui des stades précédents. On trouve aujourd'hui sur le marché des véhicules ayant un niveau 3 d'autonomie, comme ceux de [Tesla](#) par exemple. En ce qui concerne la marque américaine, le système « Autopilot » permet au véhicule d'évoluer sur autoroute, en restant sur sa voie, mais aussi de doubler, respecter les distances de sécurité... Toutes ces fonctionnalités sont activées en fonction de la législation de chaque pays. On le voit, le niveau 3 constitue une rupture avec le niveau précédent, ce que l'on constate également si on se réfère au [nombre très important de capteurs](#) présents sur ce type de véhicules, afin de gérer les interactions avec l'environnement routier.

Ensuite, nous arrivons au niveau 4 d'autonomie. Aucune voiture actuellement sur le marché ne bénéficie de ce label, synonyme d'un niveau hautement automatisé dans lequel le conducteur n'intervient plus. Il peut détourner entièrement son attention de la conduite pour s'adonner à d'autres tâches, même celles qui exigent une attention soutenue. Cependant, ce niveau d'automatisation ne concerne que certains modes de conduite et n'opère que sous certaines conditions. En effet, le niveau 4 n'est actif que sur des zones de circulation très spécifiques, comme les parkings et les autoroutes. La principale évolution concerne le rôle du conducteur. Au niveau 4 d'autonomie, si le système « rend » le pilotage au conducteur mais que ce dernier ne répond pas, le véhicule doit être capable de s'autogérer et d'aller se garer sur un parking ou une aire d'autoroute sans intervention humaine.

Enfin, le graal, le niveau 5 : l'automatisation complète. Dans cette configuration, l'humain n'intervient plus, ni dans le contrôle, ni dans la supervision de la tâche de conduite ou de navigation. Toute la responsabilité et le contrôle incombent alors au système. Le véhicule doit être capable de se déplacer d'un point à un autre, quel que soit le type de route, de circulation... Il n'y a même plus de volant ou de pédale dans le véhicule, et celui-ci peut opérer sans présence humaine. Le niveau 5, que [chaque constructeur automobile veut atteindre avant la concurrence](#), n'est pas

encore pour demain. Mais peut-être pour après demain. Certains parlent de 2030, certains 2050... La vérité est probablement un peu entre les deux.

**Par Pierre Thouverez**

26/10/2020

# VÉHICULES AUTONOMES ET CONNECTÉS : PLUS DE SÉCURITÉ AVEC LA 5G ?

*Dans un futur, plus ou moins proche, les voitures seront devenues des appareils connectés. Au même titre que les enceintes, les téléviseurs, les réfrigérateurs...*

*Mais à la différence de l'électroménager et des appareils multimédias, les véhicules... roulent. Ils peuvent causer des accidents. Les échanges de données entre les voitures futuristes et leur environnement nécessiteront des débits très élevés et une faible latence. Deux défis relevés par la 5G.*

Le [réseau de données sans fil](#) n'a cessé de progresser au cours des 30 dernières années. Certaines technologies et fonctionnalités ont eu un impact plus ou moins fort sur votre vie. Avec l'arrivée imminente de la [5G](#) (le 11 septembre, le patron d'Orange a indiqué qu'elle pourrait être commercialisée au printemps prochain en France...), nous entrerons dans une nouvelle ère : celle des [très hauts débits](#).

Nous devrions pouvoir disposer d'un débit de 1 Gbit/s pour le téléchargement et de 500 Mbit/s pour envoyer des fichiers. Les promesses de la 5G d'offrir des voitures plus sûres et plus intelligentes seraient l'un des développements les plus remarquables de notre époque.

L'industrie automobile est divisée depuis des années sur l'utilisation des réseaux sans fil. D'un côté, General Motors, NXP, Toyota, Volkswagen et Volvo penchent pour le Wi-Fi. De l'autre, BMW, Daimler, Ford, Huawei, Intel, Qualcomm et Samsung soutiennent la 5G.

## **Explosion du nombre de services embarqués**

Celle-ci pourrait remporter la bataille. Mais que l'on utilise le Wi-Fi ou la 5G, le concept de base de la communication reste le même : les voitures pourront transmettre des

données à d'autres véhicules et aux infrastructures locales (routes, feux de circulation et systèmes de contrôle) pour coordonner la sécurité et éventuellement l'autonomie totale.

La 5G embarquée va modifier l'expérience des usagers dans le secteur du transport (voitures, métros, avions, trains...). Bien sûr, il y aura un impact fort sur l'accès à l'internet et au divertissement multimédia. Mais ce sont surtout les services qui devraient se développer.

Le nombre de services embarqués devrait augmenter de 150% entre 2016 et 2020, dans des domaines tels que la maintenance prédictive, l'assistance à la conduite et au stationnement, l'optimisation de parcours en temps réel, les services de paiement embarqués (parkings, péages...), le confort des passagers ou encore la gestion des accidents et des appels d'urgence.

Toute la communication se fera en temps réel. Mais l'enjeu majeur des voitures « connectées » - et celles qui seront autonomes - restera l'amélioration de la sécurité routière. L'erreur humaine reste encore l'une des principales causes d'accidents de la route.

Les technologies actuelles d'aide à la conduite (radars, caméras ou télédétection par laser) se basent sur des capteurs qui fonctionnent en visibilité directe. La technologie de communication V2X (Cellular Vehicle to Everything) permettra l'échange quasi instantané, entre véhicules (ou « See Through »), entre véhicules et infrastructures (V2I) et le « Emergency Vehicle » pour signaler en temps réel l'approche d'un véhicule de secours.

## **La faible couverture de la 5G**

Les véhicules pourront ainsi « voir » plus loin sur la route et à 360° et ainsi mieux connaître leur environnement, anti-

ciper les risques de collision et fluidifier le trafic. Des **tests** concluants ont été menés par le Groupe PSA et Qualcomm Technologies qui ont signé un partenariat en 2017.

Pour favoriser l'expansion mondiale de l'écosystème C-V2X, le Groupe PSA a récemment rejoint la 5G Automotive Association (5GAA). Cette organisation interprofessionnelle encourage les communications C-V2X, à la fois directes et via les réseaux.

PSA n'est pas le seul à miser sur la 5G. À l'occasion du CES 2019 (la grand-messe de l'électronique aux États-Unis), Nissan avait **présenté** son innovation « Invisible-to-Visible » (I2V). Cette solution permet de « voir » dans les virages et ainsi de vous alerter sur les dangers potentiels (obstacles sur la route, piétons...).

Reste peut-être le plus aléatoire : le déploiement de la 5G dans l'hexagone et les autres pays. Or, ce n'est qu'en 2025 qu'elle devrait être proposée dans les grandes villes et le long des grands axes de transport.

07/10/2019

# LES VOITURES AUTONOMES MENACENT LES CENTRES-VILLES

*Selon une nouvelle étude de l'ONG Transport & Environnement (T & E), le trafic dans les villes européennes pourrait fortement se développer avec l'avènement du véhicule autonome. Une mauvaise nouvelle pour le climat.*

Le développement non contrôlé des **voitures autonomes** pourrait augmenter considérablement les embouteillages dans les villes européennes. Sans réglementation, le trafic pourrait augmenter de 50 % à 150 %. Cela entraînerait une hausse des **émissions de CO2** dû aux voitures de 40 % d'ici 2050. Cette envolée enterrerait la possibilité d'atteindre les **objectifs climatiques** européens.

Dans son **nouveau rapport**, l'ONG Transport & Environnement prédit une réduction drastique des prix des véhicules autonomes. De plus en plus confortables et de moins en moins chers, ces véhicules rouleraient davantage et gagneraient des parts de marché sur les transports en commun et les déplacements en vélo.

## Réglementer les applications sans chauffeur

En ligne de mire de la Fédération européenne pour le transport et l'environnement se trouvent en particulier les applications, telles que Uber. En pilotant des services de véhicules automatisés, elles encourageront de nouveaux trajets et conduiront à davantage de kilomètres parcourus, augmentant les émissions et aggravant la congestion. Lorsque les voitures actuellement avec chauffeur seront automatisées, les tarifs pourraient chuter de plus de 50%. Alors, la demande se multipliera.

*« Nous avons un besoin urgent de politiques garantissant que tous les véhicules de type taxis et autobus opérant dans les grandes villes n'émettent pas d'émissions d'ici 2025, avec des incitations pour les trajets partagés et une réduction progressive des places de stationnement dispo-*

*nibles pour les voitures particulières », prévient Yoann Le Petit, nouvel expert en mobilité chez T & E*

## Réduire la place de la voiture en ville

Des solutions existent pour contrer ce funeste destin. Les experts incitent les villes à refuser l'accès des centres villes aux voitures autonomes thermiques. Ils proposent de réduire progressivement l'espace dédié aux voitures et déployer en parallèle des voitures électriques partagées et autonomes. Cela pourrait réduire la congestion des villes de 60%.

Au programme : la réduction des places de stationnement, des routes plus étroites, moins de voies réservées aux voitures. Mais aussi l'amélioration des transports en commun et la mise en place de plans de circulation pour réguler les flux de voitures privées dans les villes. Ce changement dans la planification urbaine, associé au passage à des véhicules zéro émission, permettrait de se mettre sur la voie d'une décarbonisation des transports d'ici 2050.

*« L'automatisation, l'électrification et le partage sont trois révolutions qui peuvent transformer notre façon de nous déplacer, analyse Yoann Le Petit. Mais, que ce soit une bonne chose pour l'environnement ou pour la qualité de vie de nos villes dépend entièrement des choix que font les gouvernements ». Avant d'ajouter : « Si nous voulons une mobilité durable, nous devons interdire les voitures sans conducteur équipées de moteurs à combustion et réduire progressivement l'espace disponible dans les villes pour les voitures. »*

22/10/2019

# LES CAPTEURS, TECHNOLOGIES CLÉS DU VÉHICULE AUTONOME

*Un véhicule autonome est en réalité un assemblage d'une multitude de fonctions supportées à la fois par du matériel (capteurs, actionneurs, calculateurs) et par du logiciel. Ces fonctions sont intégrées dans des blocs fonctionnels, ou « briques technologiques » de base...*

*Un extrait de [Véhicule autonome et connecté - Technologies, enjeux et déploiement](#), par Jacques EHRlich*

Localiser, positionner le véhicule est une fonction qui peut se décliner selon deux niveaux que l'on pourrait qualifier de macroscopique et microscopique. Au niveau macroscopique, on est conduit à combiner le **positionnement GNSS** (qui délivre une position toutes les secondes environ) avec des techniques de navigation à l'estime, permettant de déduire la position du **véhicule** à partir de la dernière position obtenue par GNSS. Pour ce faire, deux capteurs proprioceptifs du véhicule sont utilisés, l'odomètre (mesure de distance parcourue) et le gyromètre (mesure de la vitesse de lacet) qui, après intégration, fournit une indication de cap. Au niveau microscopique, sur les chaussées dites structurées, on utilise principalement les marquages routiers (bandes de peinture continues ou discontinues délimitant les voies). En l'absence de marquages sur route ou sur pistes (routes dites non structurées), ce sont les changements de textures entre la surface de roulement et le bord de route qui sont exploités. Dans tous les cas, les techniques employées sont fondées sur le **traitement d'images**. Une caméra placée derrière le pare-brise du véhicule (généralement à côté du rétroviseur) observe la voie sur une distance de quelques mètres à quelques dizaines de mètres en avant du véhicule. L'extraction des marquages se fait par une analyse des contrastes (détection de contours ou méthodes de gradients). Une fois l'extraction faite, les marquages sont appariés à un modèle de courbure de route.

## Détection d'obstacles proches et lointains

La détection des obstacles nécessite d'accéder à la structure tridimensionnelle de la scène routière, ce que permettent difficilement les techniques fondées sur l'utilisation d'une seule caméra, car elles reposent sur l'hypothèse dite du « monde plan ». On a donc recours à des méthodes par stéréovision, faisant usage de deux caméras éloignées de quelques dizaines de centimètres l'une de l'autre et placées derrière le pare-brise du véhicule, à proximité du rétroviseur. Le but de la stéréovision est de calculer la position spatiale de points à partir des coordonnées de leurs images dans deux vues différentes, afin d'effectuer des mesures ou de reconstruire la structure tridimensionnelle de la scène. Les caméras doivent être parfaitement synchronisées et intégrées dans un support rigide qui garantit d'obtenir des images de la même scène. L'efficacité des systèmes de détection d'obstacles par stéréovision peut être renforcée par la fusion de données avec un télémètre laser à balayage (lidar). Celui-ci permet de détecter le contour englobant des obstacles et ainsi d'isoler dans la scène des zones d'intérêt, ce qui permet de concentrer le traitement d'image sur ces zones et améliorer le temps de traitement.

Au-delà d'une trentaine de mètres, la détection d'obstacles repose essentiellement sur les lidars et les radars, avec pour ce dernier une supériorité qui est son insensibilité aux conditions météorologiques dégradées (pluie, neige ou brouillard). Ces deux capteurs ont l'avantage de délivrer directement une information de distance aux cibles qu'ils détectent. Ils sont dotés de fonctions de suivi de cible, voire même d'anticipation de leur trajectoire. Enfin, grâce à leur grand angle d'ouverture, il est possible, en fusionnant les données de deux ou quatre lidars correctement disposés, de construire une cartographie des obstacles sur 360°. Le coût de ces capteurs est encore très élevé. Par la richesse

des informations que les caméras apportent, on est naturellement tenté d'utiliser ce capteur à faible coût pour de multiples applications. La plus emblématique et utile pour le véhicule autonome est l'estimation de la distance de visibilité liée à la géométrie de la route ou aux conditions météorologiques (brouillard).

Exclusif ! L'article complet dans les ressources documentaires en accès libre jusqu'au 11 novembre 2021 !

*Véhicule autonome et connecté - Technologies, enjeux et déploiement, par Jacques EHRlich*

28/10/2021

# LES THÈSES DU MOIS : CAPTEURS POUR LES VÉHICULES AUTONOMES, DES DÉFIS TOUJOURS PLUS COMPLEXES À RELEVER

Pour vous accompagner et vous fournir une information toujours plus riche, Techniques de l'Ingénieur s'associe au Réseau National des Ecoles Doctorales - Sciences Pour l'Ingénieur (REDOC SPI). Chaque mois, notre partenaire sélectionne des thèses en lien avec notre dossier mensuel afin de vous permettre de creuser plus loin les thématiques développées dans le dossier.

Pour notre dossier d'octobre, "Capteurs pour les véhicules autonomes : des défis toujours plus complexes à relever", voici les thèses sélectionnées par le REDOC SPI. Retrouvez le résumé de ces thèses ainsi que les thèses des mois précédents sur [le site de notre partenaire](#).

**Precise self-localization of autonomous vehicles using lidar sensors and highly accurate digital maps on highway roads** Farouk Ghallabi Doctorat en Informatique temps réel, robotique, automatique, 30-06-2020 Centre de robotique

**Youla-Kucera based multi-objective controllers : Application to autonomous vehicles** Imane Mahtout Doctorat en Informatique temps réel, robotique, automatique, 30-06-2020 Centre de robotique

**New hardware platform-based deep learning co-design methodology for CPS prototyping : Objects recognition in autonomous vehicle case-study** Quentin Cabanes Doctorat en informatique, 07-06-2021 Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes de Versailles

**Évaluation de systèmes d'aide à la conduite. Génération automatique de vérité terrain augmentée à partir d'un capteur haute résolution et d'une cartographie sémantique et 3D ; évaluation de fonctions de perception tierces** Re-

mi Defraiteur Doctorat en Robotique, 15-06-2021 Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie

**Navigation autonome d'un robot agricole** Dimitri Leca Doctorat en Robotique, 07-04-2021 Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes

**Distribution géographique de données dans l'Internet des Véhicules : une approche logicielle et sécurisée utilisant les réseaux cellulaires** Leo Mendiboure Doctorat en Informatique, 25-09-2020 Laboratoire bordelais de recherche en informatique

**Exploration of reinforcement learning algorithms for autonomous vehicle visual perception and control** Florence Carton Doctorat en Informatique, données, IA/ 31-05-2021 Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes (ENSTA)

**Novel off-board decision-making strategy for connected and autonomous vehicles : Use case highway on-ramp merging** Zine El Abidine Kherroubi Doctorat en Informatique, 16-12-2020 Laboratoire d'Informatique en Images et Systèmes d'information

**Localisation autonome par apprentissage des dynamiques de déplacement en transport multimodal** Johan Peru Doctorat en Automatique, productique et robotique, 21-10-2020 Geoloc

**Algorithmes de lissage pour la navigation, la localisation et la cartographie, basés sur des capteurs inertiels haute qualité** Paul Chauchat Doctorat en Informatique temps réel, robotique, automatique, 26-02-2020 Centre de robotique

28/10/2021

# Gagnez du temps et sécurisez vos projets en utilisant une source actualisée et fiable



RÉDIGÉE ET VALIDÉE  
PAR DES EXPERTS




MISE À JOUR  
PERMANENTE



100 % COMPATIBLE  
SUR TOUS SUPPORTS  
NUMÉRIQUES



SERVICES INCLUS  
DANS CHAQUE OFFRE

- > + de 340 000 utilisateurs chaque mois
- > + de 10 000 articles de référence et fiches pratiques
- > Des Quiz interactifs pour valider la compréhension 

## SERVICES ET OUTILS PRATIQUES



### Questions aux experts\*

Les meilleurs experts techniques et scientifiques vous répondent



### Articles Découverte

La possibilité de consulter des articles en dehors de votre offre



### Dictionnaire technique multilingue

45 000 termes en français, anglais, espagnol et allemand



### Archives

Technologies anciennes et versions antérieures des articles



### Info parution

Recevez par email toutes les nouveautés de vos ressources documentaires

\*Questions aux experts est un service réservé aux entreprises, non proposé dans les offres écoles, universités ou pour tout autre organisme de formation.

## Les offres Techniques de l'Ingénieur

### INNOVATION

- Éco-conception et innovation responsable
- Nanosciences et nanotechnologies
- Innovations technologiques
- Management et ingénierie de l'innovation
- Smart city – Ville intelligente

### MATÉRIAUX

- Bois et papiers
- Verres et céramiques
- Textiles
- Corrosion – Vieillessement
- Études et propriétés des métaux
- Mise en forme des métaux et fonderie
- Matériaux fonctionnels. Matériaux biosourcés
- Traitements des métaux
- Élaboration et recyclage des métaux
- Plastiques et composites

### MÉCANIQUE

- Frottement, usure et lubrification
- Fonctions et composants mécaniques
- Travail des matériaux – Assemblage
- Machines hydrauliques, aérodynamiques et thermiques
- Fabrication additive – Impression 3D

### ENVIRONNEMENT – SÉCURITÉ

- Sécurité et gestion des risques
- Environnement
- Génie écologique
- Technologies de l'eau
- Bruit et vibrations
- Métier : Responsable risque chimique
- Métier : Responsable environnement

### ÉNERGIES

- Hydrogène
- Ressources énergétiques et stockage
- Froid industriel
- Physique énergétique
- Thermique industrielle
- Génie nucléaire
- Conversion de l'énergie électrique
- Réseaux électriques et applications

### GÉNIE INDUSTRIEL

- Industrie du futur
- Management industriel
- Conception et production
- Logistique
- Métier : Responsable qualité
- Emballages
- Maintenance
- Traçabilité
- Métier : Responsable bureau d'étude / conception

### ÉLECTRONIQUE – PHOTONIQUE

- Électronique
- Technologies radars et applications
- Optique – Photonique

### TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

- Sécurité des systèmes d'information
- Réseaux Télécommunications
- Le traitement du signal et ses applications
- Technologies logicielles – Architectures des systèmes
- Sécurité des systèmes d'information

### AUTOMATIQUE – ROBOTIQUE

- Automatique et ingénierie système
- Robotique

### INGÉNIERIE DES TRANSPORTS

- Véhicule et mobilité du futur
- Systèmes aéronautiques et spatiaux
- Systèmes ferroviaires
- Transport fluvial et maritime

### MESURES – ANALYSES

- Instrumentation et méthodes de mesure
- Mesures et tests électroniques
- Mesures mécaniques et dimensionnelles
- Qualité et sécurité au laboratoire
- Mesures physiques
- Techniques d'analyse
- Contrôle non destructif

### PROCÉDÉS CHIMIE – BIO – AGRO

- Formulation
- Bioprocédés et bioproductions
- Chimie verte
- Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique
- Agroalimentaire

### SCIENCES FONDAMENTALES

- Mathématiques
- Physique Chimie
- Constantes physico-chimiques
- Caractérisation et propriétés de la matière

### BIOMÉDICAL – PHARMA

- Technologies biomédicales
- Médicaments et produits pharmaceutiques

### CONSTRUCTION ET TRAVAUX PUBLICS

- Droit et organisation générale de la construction
- La construction responsable
- Les superstructures du bâtiment
- Le second œuvre et l'équipement du bâtiment
- Vieillessement, pathologies et réhabilitation du bâtiment
- Travaux publics et infrastructures
- Mécanique des sols et géotechnique
- Préparer la construction
- L'enveloppe du bâtiment
- Le second œuvre et les lots techniques



## OFFRE



### Véhicule et mobilité du futur

Maîtrisez les avancées technologiques des véhicules et systèmes de transport pour développer des projets innovants

Ref : TIP601WEB

## PRÉSENTATION

Les développements récents en matière de véhicules moins polluants

Le point sur les biocarburants, les piles à combustibles, l'amélioration des moteurs et l'allègement des véhicules

Les tendances technologiques d'électrification et d'automatisation de la conduite

Les innovations et expérimentations portant sur l'optimisation des systèmes de transport, la gestion de l'information, des services et de l'infrastructure

## VOTRE COMMANDE :

Référence	Titre de l'ouvrage	Prix unitaire H.T	Qté	Prix total H.T
TIP601WEB	Véhicule et mobilité du futur	<b>765 €</b>	1	<b>765 €</b>
Total H.T en €				<b>765 €</b>
T.V.A : 5,5%				<b>42,08 €</b>
Total TTC en €				<b>807,08 €</b>

## VOS COORDONNÉES :

Civilité  M.  Mme

Prénom \_\_\_\_\_

Nom \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

Raison sociale \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Pays \_\_\_\_\_

Date :

Signature et cachet obligatoire

## CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

Conditions générales de vente détaillées sur simple demande ou sur [www.technique-ingenieur.fr](http://www.technique-ingenieur.fr)

Si vous n'êtes pas totalement satisfait, vous disposeriez d'un délai de 15 jours à compter de la réception de l'ouvrage pour le retourner à vos frais par voie postale. Livraison sous 30 jours maximum.