

Le véhicule autonome : peut-on piloter rationnellement un projet d'utopie technicienne ?

par

■ **Christophe Midler** ■

Directeur de recherche CNRS, CRG I³,
professeur à l'École polytechnique

En bref

Le véhicule autonome est aujourd'hui à l'agenda des stratégies d'innovation de tous les grands constructeurs automobiles, comme des équipementiers principaux. Plus que toute autre, cette innovation confronte les entreprises à des incertitudes majeures : incertitude technologique, car on est encore loin de disposer des technologies capables d'assurer une conduite automatique sûre en toutes circonstances ; incertitude d'écosystème, car le domaine implique des acteurs très différents de la chaîne de valeur automobile traditionnelle ; incertitude de marché, car la valeur de l'autonomie reste largement débattue face aux surcoûts importants associés. Face à cette triple incertitude, comment piloter un projet permettant d'assurer un apprentissage raisonné sur ces différentes dimensions et éviter ainsi les écueils du *techno-push* ? Christophe Midler livre les enseignements d'une recherche menée dans le cadre du programme de l'Institut de la mobilité durable Renault-ParisTech.

Compte rendu rédigé par Élisabeth Bourguinat

L'Association des Amis de l'École de Paris du management organise des débats et en diffuse les comptes rendus, les idées restant de la seule responsabilité de leurs auteurs. Elle peut également diffuser les commentaires que suscitent ces documents.

Le séminaire Ressources technologiques et innovation est organisé avec le soutien de la Direction générale des entreprises (ministère de l'Économie et des Finances) et grâce aux parrains de l'École de Paris (liste au 1^{er} mars 2018) :

Algoé¹ • Be Angels • Carewan • Caisse des dépôts et consignations • Conseil régional d'Île-de-France • EDF • ENGIE • FABERNOVEL • Fondation Roger Godino • Groupe BPCE • Groupe OCP • HRA Pharma² • IdVectoR² • La Fabrique de l'industrie • Mairie de Paris • MINES ParisTech • Ministère de l'Économie et des Finances – DGE • Renault-Nissan Consulting • RATP • SNCF • UIMM • VINCI • Ylios

1. pour le séminaire Vie des affaires
2. pour le séminaire Ressources technologiques et innovation

Le management de l'innovation dans l'automobile est un thème de recherche déjà ancien au CRG I³ (Centre de recherche en gestion – Institut interdisciplinaire de l'innovation). L'étude que je vais vous présenter, menée avec Rémi Maniak, s'inscrit dans la continuité de celle que nous avons conduite avec l'Institut de la mobilité durable Renault-ParisTech sur le projet Véhicule électrique. Nous nous appuyons sur ce que nous avons appris du véhicule électrique pour réfléchir au cas du véhicule autonome. Ces deux types de projets présentent un certain nombre de similarités. Ils sont souvent menés dans des grands groupes dont l'activité principale est de vendre des voitures "normales", ce qui pose la question de savoir comment concilier l'innovation classique, incrémentale, et les innovations de rupture telles que celles mises en œuvre pour les véhicules autonome, électrique, ou encore low cost (comme dans le cas de la Logan).

Une utopie à portée de main ?

Le véhicule autonome est une utopie déjà ancienne. Dès 1925, naît l'idée d'une voiture sans pilote, capable de rouler immédiatement derrière une autre voiture grâce à un guidage radio. C'est en 2010 que Google révèle sa première Google Car. Il s'agit d'une Toyota Prius modifiée pour permettre de livrer des pizzas sans aide humaine. Après le temps des rêves d'ingénieurs et des preuves de concept, vient celui des outils d'aide à la conduite de plus en plus sophistiqués. On passe ainsi de dispositifs avertissant le conducteur, comme le FCW (*Forward Collision Warning*) ou le LDW (*Lane Departure Warning*) à des systèmes intervenant directement dans la conduite, comme l'ACC (*Adaptive cruise control*) ou le LKA (*Lane Keeping Assist*). Puis ces systèmes sont combinés entre eux et couplés à des calculateurs puissants, ce qui laisse progressivement envisager l'autonomie comme la prochaine étape "naturelle".

Les médias et la publicité se sont emparés de ces innovations et les annonces spectaculaires sont en train de se multiplier. De nombreux constructeurs évoquent la mise sur le marché de véhicules autonomes pour 2022, 2020 ou même 2019, c'est-à-dire pour demain.

Plusieurs degrés d'autonomie

Encore faudrait-il s'entendre sur ce que l'on appelle un *véhicule autonome*. En réalité, il existe plusieurs degrés d'autonomie, que je regrouperai en quatre types.

Le premier, souvent baptisé *Eyes-on*, comprend les aides à la conduite qui ne dispensent pas le conducteur de surveiller la route ni d'agir. Ces technologies sont déjà légales : elles sont encadrées par la Convention de Vienne, qui a été révisée à cet effet en 2016. Beaucoup sont même déjà présentes dans les voitures les plus équipées.

Au deuxième degré d'autonomie, *Eyes-off*, le conducteur n'agit pas lui-même, mais doit rester vigilant de façon à pouvoir reprendre la main dès que le système le lui demande. Une caméra vidéo ou d'autres outils permettent de vérifier s'il est bien vigilant.

Au troisième stade, *Mind-off*, le conducteur peut se livrer à d'autres activités que la conduite (téléphoner, suivre une téléconférence, regarder un film...).

Ces degrés d'autonomie dépendent non seulement des technologies mises en œuvre mais aussi des scénarios d'usage. Être autonome sur l'autoroute entre Paris et Lyon ou sur une petite route de campagne, par temps de brouillard, avec des chiens qui traversent ou des troupeaux de vaches sur la route, ce n'est pas la même chose.

Les deuxième et troisième formes d'autonomie ne sont pas encore considérées comme légales, mais l'étude de leur compatibilité avec la Convention de Vienne est en cours. La question de la responsabilité est particulièrement épineuse : un conducteur libéré de l'obligation d'être vigilant peut-il être considéré comme responsable d'un éventuel accident ?

Le quatrième degré d'autonomie est celui du robot-taxi, c'est-à-dire de la navette sans conducteur, complètement automatique. Il nécessitera une approche juridique et législative spécifique.

Les annonces des constructeurs concernent des véhicules relevant de stades d'autonomie très différents. Renault, par exemple, parle d'un *Mind-off* réservé à la conduite sur autoroute pour l'automne 2020, mais également, depuis septembre dernier, d'un robot-taxi pour 2022. Nissan vise un système de conduite sur autoroute et urbaine *Eyes-on* pour 2020. Quant à Tesla, il annonce à l'horizon 2019 un robot-taxi totalement autonome...

Quatre grandes fonctions

Un véhicule autonome met en œuvre quatre grandes fonctions.

La première est la perception : de multiples capteurs étudient l'environnement de la voiture et son évolution. Les différentes technologies présentent toutes des avantages et des inconvénients. Les caméras offrent une bonne résolution, mais leur perception est arrêtée par les obstacles. La résolution des radars est moins performante, mais leur pénétration plus large. Les lidars ont une excellente résolution, mais sont très coûteux et, par temps de brouillard, leur efficacité est réduite à néant. Les ultrasons sont bon marché, mais n'ont une profondeur de perception que de 4 ou 5 mètres, contre 150 pour les lidars.

Une deuxième grande fonction est la fusion/interprétation. Il s'agit d'analyser les informations recueillies : « *L'objet blanc au milieu de l'image est-il un camion ou un panneau de circulation ?* »

La troisième fonction, celle de la décision, est confiée à des algorithmes qui procèdent par comparaison entre les informations telles qu'elles ont été interprétées et des bases de données répertoriant toutes les situations possibles : « *Je roule sur la file de gauche ; or, je ne vais pas plus vite que les véhicules se trouvant sur la file du milieu ; donc, je dois me rabattre sur la file du milieu.* » Le dispositif peut également intégrer un système d'apprentissage qui vient enrichir la base de données : « *J'ai déjà utilisé cette route-là et il s'était passé telle et telle chose.* »

La dernière étape est celle de l'action, naturellement plus facile à mettre en œuvre sur une voiture dont toutes les commandes sont électriques que sur une voiture thermique.

Encore des incertitudes

Plusieurs incertitudes pèsent encore sur des aspects techniques ou non techniques du véhicule autonome.

Détection et analyse des situations de route

La première concerne l'analyse des situations de route, qui peut s'avérer complexe. En mai 2016, un Américain a perdu la vie au volant d'une Tesla Model S. Elle était équipée de l'AutoPilot, un système d'assistance à la conduite capable de maintenir la position du véhicule sur sa voie, d'ajuster la vitesse pour la faire correspondre au trafic ambiant et de freiner en cas d'obstacle. Le chauffeur doit toutefois rester vigilant et conserver en permanence les mains sur le volant. En raison de la position du soleil et d'un ciel très blanc, la caméra du véhicule n'a pas détecté la remorque blanche d'un camion qui traversait la route. Le radar n'a pas perçu l'obstacle parce qu'il analyse surtout ce qui se passe au ras du sol et que la remorque en question était surélevée. Le chauffeur était occupé à regarder un film. Il avait été alerté à plusieurs reprises avant l'accident parce que ses mains n'étaient pas posées sur le volant, mais il n'en a pas tenu compte. Le véhicule a heurté la remorque du camion à 120 kilomètres à l'heure, ce qui a été fatal au conducteur.

Vitesse de la boucle

Une deuxième incertitude concerne la vitesse de la boucle entre détection, analyse, décision et action. Plus le véhicule se déplace rapidement, plus le délai de réponse doit être court, ce qui crée un risque d'engorgement des algorithmes et des circuits qui transportent les informations.