

LES CINQ NIVEAUX D'AUTOMATISATION DE LA CONDUITE

Les interactions entre les constructeurs et les journalistes du secteur automobile ont produit beaucoup de confusion dans le vocabulaire utilisé pour décrire les différents types d'automatisation de la conduite. Les expressions « véhicule autonome », « véhicule sans conducteur », « voiture autoconduite », souvent employées, sont peu éclairantes.

Pour clarifier les choses, l'association internationale des ingénieurs automobiles, SAE International, a défini cinq niveaux différents

d'automatisation de la conduite. Cette échelle va d'un niveau 0, l'absence de toute assistance automatique à la conduite humaine, à un

niveau 5, qui ne suppose aucune assistance humaine au pilotage automatique du véhicule.

Cette échelle réserve quelques surprises. Par exemple, il s'est avéré que l'automatisation de niveau 4 – la conduite automatique sans aucune assistance humaine en conditions prédéfinies et stables – est beaucoup plus facile à mettre en œuvre que celle de niveau 3 – la conduite

automatique pendant certaines phases de la conduite seulement.

Quant aux dispositifs de conduite automatique de niveau 5 – la voiture est conduite dans toutes les conditions par un pilote automatique – sont très loin d'être en vue. Si les progrès sont suffisants, ces dispositifs ne deviendront réalité que dans plusieurs décennies, selon Steven Shladover.

	Surveillance humaine de l'environnement			Surveillance automatique de l'environnement		
	0 Aucune automatisation	1 Conduite assistée	2 Automatisation partielle	3 Automatisation conditionnelle	4 Automatisation poussée	5 Automatisation totale
	Absence de tout dispositif d'assistance à la conduite.	Des dispositifs aident le conducteur à maintenir sa vitesse ou à rester dans sa voie, mais le conducteur garde la main.	La conduite est partiellement automatisée en combinant plusieurs dispositifs de niveau 1.	Un dispositif automatique surveille l'environnement et conduit, mais le conducteur reprend la main en cas d'urgence.	Dans certaines conditions bien définies, un dispositif automatique pilote entièrement la voiture.	Un pilote automatique a entièrement remplacé le conducteur humain, en toutes circonstances.
Celui qui dirige, accélère et ralentit	 Pilote humain	 Pilote humain et pilote automatique	 Pilote automatique	 Pilote automatique	 Pilote automatique	 Pilote automatique
Celui qui surveille l'environnement routier	 Pilote humain	 Pilote humain	 Pilote humain	 Pilote automatique	 Pilote automatique	 Pilote automatique
Celui qui a la main en cas d'urgence	 Pilote humain	 Pilote humain	 Pilote humain	 Pilote humain	 Pilote automatique	 Pilote automatique
La part de la conduite qui est assistée ou automatisée	 Aucune	 Certaines phases	 Certaines phases	 Certaines phases	 Certaines phases	 Tout

Satisfaire à de telles exigences sera extrêmement difficile. Des avancées fondamentales en ingénierie logicielle et en traitement du signal seront nécessaires. En outre, il faudra définir de nouvelles procédures de certification des performances du véhicule. Pour le moment, il n'y en a pas. Certes, il existe déjà des méthodes formelles afin d'analyser systématiquement tous les dysfonctionnements possibles d'un élément de programme, avant même que celui-ci n'ait été écrit. Ces procédures mathématiques de contrôle sont toutefois inapplicables aux logiciels complexes. Les chercheurs n'en sont qu'aux débuts de leurs travaux sur les possibilités de généraliser les vérifications formelles aux programmes complexes de pilotage automatique de véhicules.

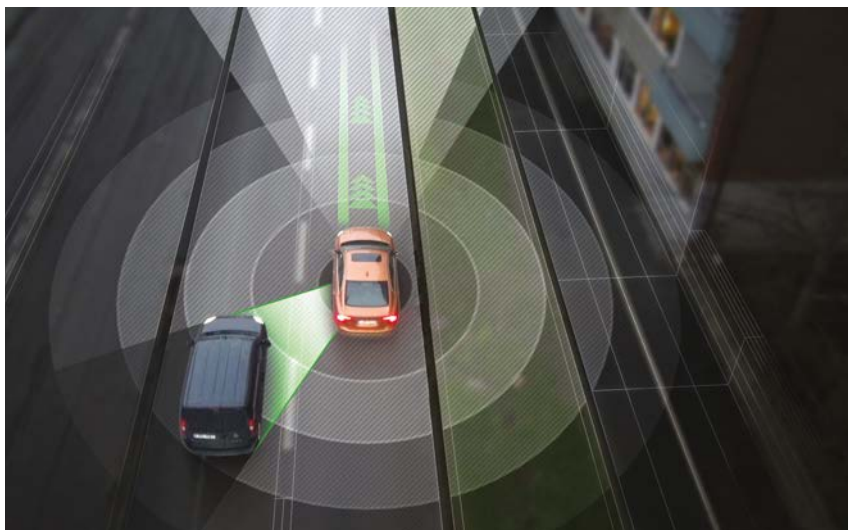
Concevoir les logiciels, les tester, les valider...

Une fois de tels programmes écrits, il faudra aussi des méthodes assez puissantes pour les déboguer et les valider. Les méthodes existantes sont trop lourdes et leur mise en œuvre trop coûteuse.

À titre de comparaison, rappelons que la moitié du coût d'un nouvel avion commercial ou militaire est due à la vérification et à la validation des programmes de commande. Or les logiciels avioniques sont beaucoup moins complexes que ceux dont auront besoin des véhicules routiers automatisés. Quand ils conçoivent des pilotes automatiques, les ingénieurs aéronautiques savent qu'il n'y aura jamais plus d'un ou deux avions à proximité, dont ils n'ont pas besoin de connaître les positions et les vitesses avec une grande précision, car leur éloignement au moment de leur première détection donne plusieurs dizaines de secondes pour réagir.

Sur la route, il en va tout autrement. Le conducteur doit souvent prendre en une fraction de seconde des décisions sûres, qui impliquent, pour adapter correctement la trajectoire, d'estimer la vitesse de dizaines de véhicules et obstacles. La complexité d'un code informatique ayant de telles performances sera considérablement supérieure à celle d'un code avionique.

À supposer que l'on ait déjà développé et validé un tel logiciel de pilotage, les constructeurs automobiles auront encore à «prouver» la fiabilité d'un véhicule conduit à l'aide de ce programme, d'après les critères de



Groupe automobile Volvo

VOLVO TESTERA EN 2017 plus de 100 véhicules capables de surveiller leur propre environnement et de se piloter eux-mêmes. Des véhicules de ce constructeur ont également fait l'objet de tests de conduite automatique en convoi.

la gestion des risques en entreprise, des compagnies d'assurances, des associations de conducteurs, des autorités et, bien sûr, des éventuels clients. Les tests actuels de validation sont complètement inutilisables pour des véhicules autonomes. Il faudrait que le véhicule automatique parcoure des centaines de millions de kilomètres avant que l'on puisse être statistiquement sûr qu'il triomphera des situations dangereuses auxquelles il sera confronté une fois produit en série et utilisé par des milliers de clients. Des experts réfléchissent déjà à ce problème : en Allemagne, par exemple, le gouvernement et l'industrie viennent de mettre en place un projet de recherche dédié.

Il faudra aussi soumettre à une validation rigoureuse les capteurs qui alimentent le pilote automatique en informations critiques pour les décisions de conduite. Cela suppose le développement d'algorithmes de traitement du signal et de fusion des données prélevées assez efficaces pour distinguer tout au long du trajet les objets bénins des objets dangereux. Ils ne devront produire pratiquement aucun faux négatif (la non-identification d'objets dangereux), et très peu de faux positifs (l'identification comme dangereux d'objets en réalité inoffensifs, qui entraînerait un risque d'inutiles embardées et autres freinages brutaux).

Pour parvenir à ce niveau de performance du pilote automatique, les ingénieurs automobiles ne peuvent employer la force brute de la redondance (qui consiste à multiplier les capteurs susceptibles de donner l'alarme) qui caractérise les systèmes avioniques. En

effet, à force de capteurs onéreux, ils risqueraient de rendre inabordables les pilotes automatiques pour véhicules routiers.

Se tourner vers l'intelligence artificielle n'est pas non plus une solution évidente. Certains ont proposé que des machines étudient par des techniques d'autoapprentissage des millions d'heures de conduite enregistrées. Une fois suffisamment formés pour diriger un véhicule, les pilotes automatiques obtenus par cette méthode continueraient à apprendre tout au long de leur cycle de vie. Toutefois, ce type d'apprentissage automatique crée des problèmes spécifiques. Même entraînés à l'identique, deux systèmes de conduite équipant le même modèle de véhicule accumuleraient, une fois sur la route, des expériences différentes, de sorte qu'ils finiraient par réagir différemment dans les mêmes conditions de circulation. Ils seraient imprévisibles.

Automatisation complète pas avant... 2075

J'ai longtemps affirmé que les systèmes de conduite de niveau 5 ne seraient pas réalisables avant 2040. Certains ont déformé mes propos en disant que c'était *pour* 2040. Aujourd'hui, j'ai changé de discours et les annonce désormais plutôt pour... pas avant 2075.

En fait, nous ne sommes même pas près d'avoir des automatisations de la conduite de niveau 3. Comment, en effet, recapter efficacement l'attention d'un conducteur en cas d'urgence ? Est-ce même pensable s'il