

# Véhicule automatique

Dès les années 1970, le VAL, premier métro entièrement sans conducteur fut installé à Lille. Les constructeurs d'automatismes se posaient déjà la question de la faisabilité de la voiture automatique sans conducteur. Dans les années 1990 sont apparus les premiers prototypes de véhicules automatiques sur autoroute dédiée, comme sur l'autoroute de San Diego dont 10km furent fermés à la circulation normale pour tester un ensemble de véhicules automatiques. Volkswagen, pour sa part, testa le premier peloton de véhicules sans conducteur poursuivant un véhicule de tête à conduite humaine.

Dans les années 2000, plusieurs prototypes de véhicules automatiques immergés dans la circulation habituelle ont été testés. Parallèlement, des expérimentations d'assistance à la conduite ont été menées, tel le système Lavia, qui permettait à un véhicule de s'adapter automatiquement aux limitations de vitesse.

Aujourd'hui, la conduite automatique dans un environnement habituel est aujourd'hui à peu près maîtrisée par des prototypes et déjà les véhicules de haut de gamme savent faire automatiquement un créneau ou réagir à certaines situations (distance de sécurité...).

Dans une autre approche, les assureurs envisagent de moduler les primes d'assurance en fonction de la conduite de l'assuré : roule-t'il de nuit, fait-il moins de 5000 km par an... ? L'ordinateur de bord est capable de déceler les conduites trop rapides ou trop brusques, voire les infractions, ainsi que le comportement du véhicule juste avant l'accident. Autant de critères qui peuvent agir sur les responsabilités et le portefeuille des conducteurs.

Pour un conduite totalement automatique, il reste à maîtriser l'inhabituel, sans doute différemment sur autoroute, sur route et en ville : le verglas, la pluie violente, la petite pluie de nuit, qui rend invisible le marquage latéral, le soleil aveuglant, le respect des feux rouges et des passages à niveaux, les stops sans visibilité, l'étroiture d'une infrastructure ou l'obstacle réduisant momentanément la largeur, les tracteurs, les vélos, les piétons...

Doit-on se focaliser sur un ensemble complexe qui allie radar, infrarouge et analyse d'image ? Cette technologie ne couvre pas toutes les situations inhabituelles où la vision reste le seul élément de décision, telles que le panneau de chantier, l'interdiction momentanée, l'effacement ou la non-visibilité du marquage...

Doit-on se focaliser sur un GPS qui sait localiser en permanence un véhicule à 10cm et dessiner les trottoirs ou les rives avec la même précision ? Le GPS présente l'inconvénient de ne pas couvrir avec la précision requise les zones encaissées entre immeubles ou le long d'une falaise, avec parfois des positions erratiques liées au changement d'un constellation satellitaire à une autre.

Doit-on envisager un guide longitudinal encastré dans la chaussée, traqué par le véhicule ? La technologie de filoguidage sur une piste à base de poudre de ferrite magnétique en suspension dans un polymère souple permet de réaliser une piste en pointillés dont l'espacement définit en permanence la vitesse de base. (l'avantage de la

ferrite magnétique est qu'elle est détectable sélectivement par rapport aux ferrailles qui arment la chaussée, qu'elle est inerte sans nécessité de continuité mécanique ni électrique, sans nécessité d'alimentation électrique).

Les métros ont leur vitesse asservie en permanence par un filoguidage en créneaux (la «grecque») parcourus en permanence par un courant à haute fréquence. Le guidage par plots de ferrite magnétique n'a pas cet inconvénient. La ferrite est inerte sans continuité mécanique ou électrique. C'est l'équipement du véhicule qui détecte sélectivement cette matière.

Le guidage visuel oblige l'Etat à un marquage au sol irréprochable, et à une gestion communiquante de tous les aléas de l'état des routes et des chantiers.

Le GPS a l'avantage de limiter l'action de l'Etat au seul entretien de la chaussée,

La piste ferromagnétique oblige l'Etat à une grande rigueur.

Si GPS, Google Earth et autres officines privées ont réussi à doubler efficacement l'Etat dans son domaine, il est peu probable que l'automatisation complète des véhicules puisse se faire sans une forte implication de sa part. Cette implication a un coût important que chaque usager devra supporter comme il le fait déjà aux péages autoroutiers et dans les parkings.

## Transformation progressive

Un autre aspect du problème concerne la transformation progressive du parc automobile.

La première étape semble évidente : tous les véhicules en circulation devraient être équipés d'un **régulateur automatique de vitesse** asservissant le véhicule sous la vitesse maximale praticable là où il se trouve. Le problème se pose pour les véhicules anciens sur lesquels il n'est techniquement pas possible d'ajouter un tel module. On peut imaginer l'obligation pour de tels véhicules d'avoir sur le pare-brise un afficheur signalant la vitesse limite et la vitesse courante, ce dispositif servant de boîte noire en cas d'accident ou de contrôle de police. L'acceptabilité d'un tel dispositif serait aujourd'hui très faible, mais la transition vers le tout automatique a un prix éducatif à payer.

La deuxième étape consiste à offrir au conducteur le **choix entre mode manuel et mode automatique**. Une formation à cette nouvelle façon de conduire est nécessaire. Tout véhicule en mode automatique devrait être signalé comme tel de façon très visible.

La troisième étape consiste à permettre à des **véhicules vides** ou avec des occupants n'ayant pas le permis de conduire de **circuler automatiquement**.

Un permis spécial pourrait permettre la conduite en mode manuel de secours à très faible vitesse.

## En ville

En ville, la tendance actuelle est de limiter le centre des villes à 30km/h. Verra-t-on des véhicules automatiques s'imposer avec des vitesses de 15km/h pour assurer la compatibilité avec tous les événements erratiques liés aux piétons, aux vélos, aux livreurs,

aux bus et aux tramways, quitte à pénaliser les véhicules à conduite humaine. Cet état de fait incitera peut-être à l'abandon du véhicule personnel au profit d'un système de véhicule automatique à la demande et à la suppression progressive des véhicules en stationnement. Un des problèmes à résoudre concerne les carrefours sans feux tricolores. En situation normale, l'automatisme reste supérieur à la performance humaine. Le système automatique devra savoir détecter une situation inhabituelle pour laquelle il n'est pas programmé. Dans ce type de situation, le conducteur sait adapter son comportement, à charge pour l'automatisme de prévenir le passager de passer en situation de conducteur qui disposera d'une console de conduite simplifiée (avec joystick et limitation à 2 ou 3 km/h par exemple), sous réserve d'être titulaire d'un permis de conduire adapté à cet usage. A défaut, si le véhicule est vide ou si l'occupant n'est pas formé à cette responsabilité, une procédure d'assistance extérieure est à imaginer.

Toujours en ville, hors des zones à 30 km/h, le réseau viaire devrait être par nature dégagé. Cependant la vitesse de 50 km/h dans des rues classiques apparaît encore dangereuse, même si l'automatisme conduit mieux qu'un humain. Il est envisageable de descendre la limitation à 30 km/h, à condition de faire un peu de pédagogie : Si l'on raisonne en temps de trajet, il faut 1min12s pour faire 1 km à 50 km/h, et 1min30s à 30 km/h, soit 18 secondes de plus par kilomètre ou moins d'une minute sur un trajet de 3 km, allongement tout à fait tolérable, d'autant plus que ce type d'itinéraire est souvent équipé de feux tricolores qui peuvent être réglés avec onde verte à 30 km/h (au moins dans un sens - un cycle de feux court permet d'atténuer le problème)

Il n'est sans doute pas souhaitable d'avoir une limitation différente pour la conduite humaine et pour la conduite automatique. Il semble que la société d'aujourd'hui admet que la conduite en ville ne peut être que apaisée. L'attrait de la nouveauté devrait être un facteur d'acceptabilité.

Reste les situations de neige, de verglas et de forte pluie. Ces situations paralySENT déjà les voitures d'aujourd'hui. Avec des véhicules automatiques, on peut imaginer mieux gérer ces situations de blocages : anticipations météorologiques, annonces par télé-messages, forçages à l'arrêt, utilisation de taxis spéciaux pour assurer les urgences, véhicules ramasseurs de neige (réservoirs fondeurs).

## Sur autoroute

Sur autoroute, la performance de l'automatisme sera facilement supérieure à la performance humaine pour les situations habituelles, y compris face aux déboitements intempestifs et aux queues de bouchon.

Plusieurs problèmes restent à résoudre :

**Les murs de véhicules** (camions qui se suivent de trop près) qui peuvent gêner un véhicule qui veut sortir de l'autoroute. Ce problème sera encore plus grand si la conduite automatique en peloton serré se développe. Dans ce cas, on peut imaginer que le système de conduite de chaque véhicule réponde au clignotant de demande d'insertion et y satisfasse en laissant devant lui la distance libre nécessaire. Cependant les demandes au dernier moment risquent de poser un problème insoluble (soluble actuellement, car les véhicules observent aujourd'hui une certaine distance de sécurité)

**La sortie qui reflue sur l'autoroute**, et qui oblige le peloton entier à se déporter sur la voie centrale. Cette situation signifie un algorithme d'anticipation d'une part sur la progression du reflux et d'autre part sur le transfert vers la voie centrale. Ce type de situation nécessite une communication automatique et non standardisée (les normes actuelles de type Datex, trop rigides et absconses - indexation obligatoire sur un dictionnaire - ne sont sans doute pas appropriées) entre infrastructure et véhicule et entre véhicules.

**Le peloton automatique serré**, qui oblige le ou les véhicules entrant à s'arrêter, puis à démarrer pour gagner la voie de droite. Le problème est soluble avec l'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence comme prolongement de la voie d'accélération. Cependant, comme pour les sorties, les forçages de la part des véhicules à conduite humaine risquent de poser un problème insoluble.

**Le véhicule à contre-sens**... pour lequel il n'y a pas de solution (autre que qu'un parc totalement automatisé)

**La situation de neige ou de verglas ou de tempête** peut être anticipée, avec interdiction pour les véhicules automatiques de prendre un itinéraire non certifié. Ceci suppose un service de veille et de certification d'itinéraire particulièrement vigilant.

**La situation de pluie battante** qui réduit la visibilité réduit d'autant la vitesse. Il convient de traiter encore la situation résiduelle d'aquaplaning qui perdure après la pluie.

**La situation de brouillard** réduit la visibilité. Le radar individuel reste nécessaire pour le brouillard soudain et localisé au milieu duquel un ou plusieurs véhicule peuvent être arrêtés.

La reprise en manuel sur autoroute n'est pas souhaitable, sauf en procédure de secours généralisée et à très faible vitesse, si l'on admet que le véhicule puisse être vide d'occupant ou occupé par un passager n'ayant pas d'habilitation. Cependant, pour des raisons psychologiques, il faudra pendant quelque temps laisser le libre choix du mode manuel ou automatique.

## Sur route

Sur route, les situations inhabituelles sont innombrables, telles que les tracteurs, les vélos, les pelotons de vélos, les branches d'arbres, les plaques de verglas, les chantiers avec ou sans alternat, les petits obstacles, avec ligne blanche, le transport exceptionnel, le camion trop large (ou trop haut ou trop lourd), le véhicule à conduite humaine qui dépasse dans le même sens ou dans le sens opposé, le car scolaire, sans parler du piéton ou du cycliste ou du sanglier la nuit sous la pluie ou la neige, ou de l'arrêt pour raison physiologique ou touristique

Dans la plupart des situations, l'automatisme fera mieux qu'un conducteur humain, mais avec une intransigeance totale qui pourrait trop ralentir dans sa progression et inciter à passer en mode manuel pour une manoeuvre dangereuse.

Les solutions sont coûteuses : création de pistes cyclables et de refuges, véhicules d'intervention efficaces (dépose par hélicoptère !).

## **Changement de société**

Le véhicule sans conducteur provoquera certainement des changements de société dont certains sont déjà en cours. La possession d'une voiture n'est plus une fin en soi pour tout le monde. Les transports en commun, le vélo, l'auto-partage, la location de véhicule, le taxi sont des alternatives qui permettent d'économiser la possession d'une voiture, chère à l'achat, à la possession (assurances, garage) et à l'usage, sans parler de la mauvaise conscience écologique qu'elle établit peu à peu dans les esprits.

La possession d'une voiture est encore pour la majorité un élément de bien-être et de satisfaction. Ce privilège, conscient ou inconscient est fort. Il est possible que l'attrait de la nouveauté incite à la possession d'un véhicule automatique.

Cependant, la conduite est un moment de pouvoir souvent considéré comme ludique. Il faut s'attendre à de fortes réticences chez certains vis à vis d'une conduite automatique.  
<http://www.cnetfrance.fr/cartech/la-realite-augmentee-indispensable-a-la-voiture-autonome-39799767.htm>

La confrérie des motards pourrait aussi réagir négativement face à cette évolution si l'automatisation a pour conséquence une restriction de leur impression de «chevaliers de la route».

Le véhicule automatique en partage associatif ou locatif pourra rentrer en concurrence avec les taxis, comme les véhicules avec chauffeur actuels.

Considérant que les véhicules automatiques seront de plus en plus partagés, la demande de nouveaux véhicules devrait subir une forte baisse. Le métier de constructeur de voitures devra fortement évoluer avec un forte baisse de l'emploi en usine, compensée partiellement par des emplois de maintenance du réseau et des véhicules.

## **Idées technologiques**

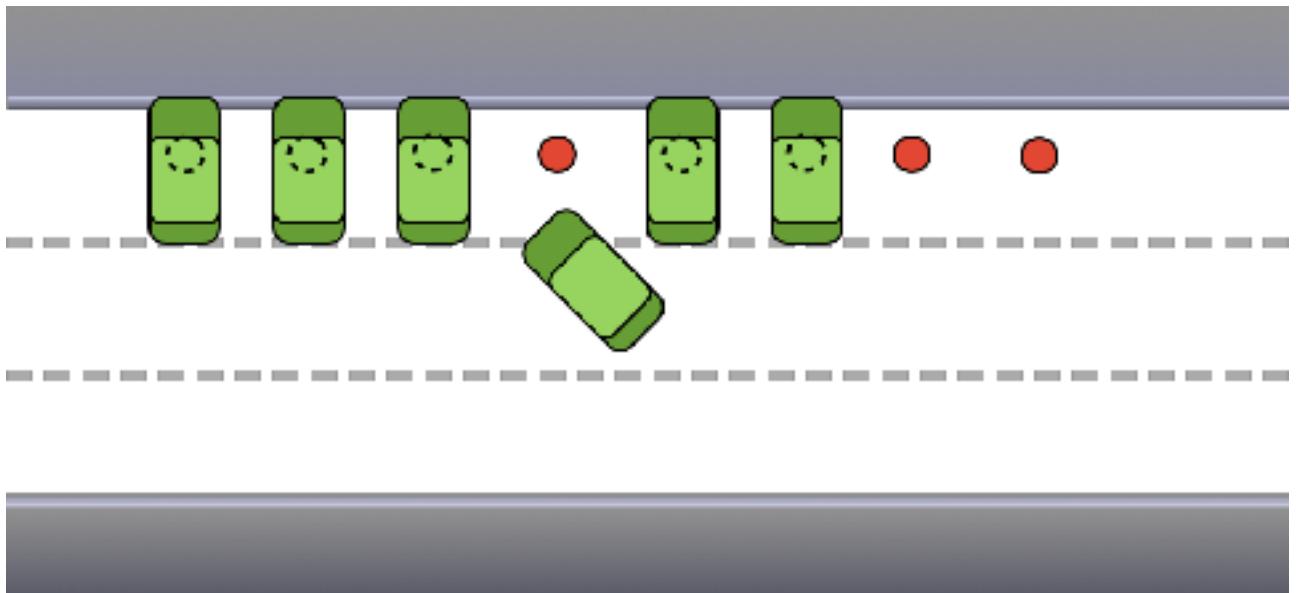
Mieux partagés, les véhicules automatiques feront en moyenne plus de kilomètres par jour, avec pour conséquence une diminution des stationnements et des kilomètres parcourus à la recherche d'un parking. Le trafic devrait donc être plus fluide en ville, avec une forte diminution de la pollution puisque ces véhicules seront électriques. (avec des batteries annoncées à 350Wh/kg, et avec des consommations urbaines à 50km/h de 5kWh par heure, 50 kg de batteries suffisent, avec stations de recharge rapide si le trajet s'avère trop long).

On peut imaginer une généralisation de véhicules courts électriques stationnés à l'image des Velib dans de multiples endroits de la ville, chaque plot étant équipé d'une bobine d'induction pour la recharge sans contact.

<http://techno-car.fr/des-bornes-de-recharge-a-induction-en-forme-de-plaque-degout-a-new-york/>

(cette technologie est tellement évidente qu'on ne comprend pas pourquoi elle n'est pas déjà utilisée)

Pour stationner en épi perpendiculairement au trottoir, un petit véhicule - type Smart - occupe 2,50cm. Sur 11m de stationnement, sur une chaussée de 7,50m de largeur, il est possible d'aligner 5 véhicules de 1,60m de largeur, soit environ seulement 2 fois moins que des Vélib et 3 fois plus que des berlines le long du trottoir.



Le véhicule vient se placer automatiquement à la verticale de la bobine inductrice.

L'utilisateur est repéré par son téléphone, après s'être préalablement abonné à la centrale. En approchant de la portière, celle-ci se déverrouille pour lui permettre de monter et d'indiquer sa destination oralement ou sur écran tactile.

Le véhicule est tracé par son GPS et sur demande de l'utilisateur va se garer dans l'emplacement disponible le plus proche.

Si le véhicule est jugé trop sale ou dégradé lorsque l'utilisateur veut s'en servir, l'utilisateur le signale et change de véhicule. Le véhicule rejoint alors automatiquement une station d'entretien. Le dernier utilisateur est alors informé par message MMS qu'il est présumé avoir laissé le véhicule en mauvais état.

Si la chaussée est trop étroite pour un stationnement en épi, les véhicules peuvent s'aligner le long du trottoir.

Tant qu'à fabriquer des véhicules spécifiques pour un usage exclusivement urbain, c'est à dire limités à 80 km/h (compatible avec les autoroutes urbaines), on peut imaginer des véhicules à 4 moteurs-roues directrices, indépendantes mécaniquement (l'ordinateur de bord se charge d'orienter chacune des 4 roues selon la route à suivre, avec amortisseur indépendant (l'ordinateur se charge de régler l'assiette du véhicule). En hiver, on peut prévoir que l'habitacle soit pré-chauffé en station (indicateur de température visible de l'extérieur).

L'investissement d'un tel système peut se faire non pas par achat d'actions, mais par achat d'un véhicule mis au pot commun, version banalisée de l'auto-partage.

## Catégories particulières

Les livraisons en ville peuvent être complètement ré-imaginées avec des véhicules automatiques simples pour les petits colis et de petits camions optimisés pour livrer les gros colis en conteneurs compatibles avec les entrées de boutiques ou d'immeubles.

Le frêt longue distance devrait évoluer vers des conteneurs standardisés à poser sur un wagon routier ou ferroviaire automatique.

<http://ertia2.free.fr/Niveau2/Projets/Transport/wagon.htm>

[http://ertia2.free.fr/Niveau2/Projets/Transport/Tramway\\_sans\\_fil.pdf](http://ertia2.free.fr/Niveau2/Projets/Transport/Tramway_sans_fil.pdf)

[http://ertia2.free.fr/Pages\\_liees/allo6roues3.pdf](http://ertia2.free.fr/Pages_liees/allo6roues3.pdf)

## Conclusion

Différents groupes d'intérêt songent à investir massivement pour l'automatisation des véhicules. Utopie au XXème siècle, possible réalité progressive sur les prochaines décennies : moins de véhicules à l'arrêt ou en stationnement, des véhicules partagés, moins d'accidents, moins de pollutions... mais aussi des réticences parfois violentes et des cohabitations parfois difficiles entre anciens et modernes.

Parallèlement, les raisons de bouger, les motifs de déplacement, devraient largement évoluer : aller travailler à pied ou en vélo, télétravail, activation de la vie de quartier, gratuité des transports en commun.