

LES NAVETTES AUTONOMES

Grâce aux avancées technologiques, des mobilités innovantes émergent peu à peu. Actuellement discrètes, elles pourraient révolutionner les modes de déplacement et plus globalement les modes de vie en modifiant notre rapport à l'espace public et à la ville. C'est le cas des véhicules autonomes.

Une autonomie à différents niveaux

Un véhicule autonome est un véhicule qui peut se mouvoir seul, dans des conditions normales de circulation (et non en site propre) sans nécessiter d'interactions avec l'homme. Plus besoin de volant ni de pédales donc. Ce véhicule peut être :

- individuel : voiture autonome ;
- collectif : navette autonome, robot-taxi.

L'Organisation internationale des constructeurs automobiles (OICA) a déterminé 6 niveaux d'autonomie pour les véhicules.

Niveau d'autonomie	Contrôle		Exemple d'équipements
	Conducteur	Véhicule	
Niveau 0 aucune autonomie			<ul style="list-style-type: none"> • le radar de recul ; • l'alerte de franchissement de ligne ; • le détecteur d'angle mort...
Niveau 1 assistance à la conduite			<ul style="list-style-type: none"> • le régulateur adaptatif qui adapte la vitesse du véhicule en fonction de celle du véhicule qui le précède ; • le freinage automatique d'urgence...
Niveau 2 autonomie limitée et surveillée			<ul style="list-style-type: none"> • régulateur adaptatif combiné avec le centrage sur la voie ; • stationnement automatique ; • conduite automatique dans les embouteillages...
Niveau 3 autonomie presque totale			<ul style="list-style-type: none"> • mêmes exemples qu'au niveau 2, sauf que le superviseur n'est plus obligé d'être vigilant.
Niveau 4 autonomie totale			<ul style="list-style-type: none"> • voiture qui irait se garer seule...
Niveau 5 autonomie totale et hors contrôle			<ul style="list-style-type: none"> • voiture sans volant ni pédales

Un contexte réglementaire contraignant qui devrait évoluer

En France, la réglementation impose la présence d'un conducteur dans le véhicule et un lien mécanique entre le conducteur et le train roulant de la voiture. Elle interdit également qu'un véhicule puisse se substituer à une prise de décision humaine et impose qu'un geste de l'automobiliste prévale toujours sur l'analyse prédictive de la machine. La réglementation actuelle ne permet donc pas de dépasser une autonomie de niveau 3.

Toutefois, grâce aux progrès technologiques, la réglementation devrait évoluer en 2018 afin d'autoriser une navette autonome à se déplacer sans un personnel à bord, dans un premier temps uniquement sous l'accompagnement d'un superviseur à proximité.

Ce numéro traite des navettes autonomes. Il en aborde la définition, puis présente deux expérimentations récentes entreprises dans le département des Hauts-de-Seine.

Des chiffres dans les Hauts-de-Seine

2 expérimentations

Dans le parc départemental de l'Île Saint-Germain

1 navette pour 1 circuit de 600 mètres

2 413 passagers en 1 mois

9,3/10 : note moyenne de satisfaction sur 200 avis recueillis

Sur le parvis de La Défense

3 navettes pour 3 circuits

Environ 1 700 mètres de circuit

35 000 utilisateurs en 4 mois

97 % d'utilisateurs satisfaits (sondage sur 574 personnes)

QUELQUES EXPÉRIMENTATIONS DE NAVETTES AUTONOMES

Une technologie performante au service du véhicule afin de garantir la sécurité

La navette détermine précisément sa localisation via une antenne GNSS, système de positionnement par satellite. Elle adapte ensuite son comportement ainsi que sa vitesse en fonction de l'environnement proche : plus elle se trouve à proximité d'obstacles en mouvement (animaux, piétons, autres véhicules...) et plus celle-ci a tendance à ralentir, voire à s'arrêter complètement si l'obstacle venait à se trouver devant elle.

Tout cela est permis par l'exploitation d'un important dispositif de guidage et de détection qui associe plusieurs technologies de pointe pouvant varier en fonction du constructeur :

- des capteurs numériques (caméras frontales et arrières, radars, sonars...);
- des capteurs lidar pour la télédétection : technologie de mesures à distance par laser qui permet de cartographier en 3D l'environnement ;
- des capteurs odométriques afin de confirmer la position ainsi que la vitesse de la navette en mouvement ;
- des capteurs de mouvements et une centrale inertielle afin de déterminer la position de la navette, sa vitesse, son orientation et de détecter le rapprochement d'obstacles.

Les données recueillies sont ensuite traitées et compilées par des processeurs et logiciels spécifiques intégrés dans la navette. Tout ce travail lui permet de percevoir et d'analyser efficacement son environnement (limites de chaussée, obstacles, trajectoires des objets, signalétique, feux de circulation...), et de prendre les décisions les mieux adaptées.

La France à la pointe du développement des navettes autonomes

L'évolution rapide des technologies liées aux capteurs, à la télématique et à la puissance des processeurs numériques, a permis à de nombreux acteurs de s'engager dans le développement des navettes autonomes.

Parmi ces acteurs, Transdev, opérateur français pionnier en matière d'exploitation de navettes autonomes, travaille avec les constructeurs de navettes existants sur le marché, les deux principaux étant aujourd'hui Navya et EasyMile, eux aussi français. Le groupe Lohr rejoindra ce peloton dès la fin 2018 avec sa navette autonome « i-Cristal ».

L'une des premières expérimentations de Transdev a eu lieu en juin 2004 à Antibes. Pendant deux semaines, une navette autonome 100 % électrique de vingt places, dont douze assises, a circulé sur un petit circuit d'environ 700 mètres aménagé le long du port Vauban. La navette suivait un parcours paramétré par ordinateur et réajustait

sa trajectoire avec précision à l'aide d'aimants implantés tous les 3 mètres dans la chaussée. Dès qu'un obstacle (piéton, animal...) se présentait à elle, la navette s'immobilisait grâce à des capteurs magnétiques et ne repartait que lorsque l'obstacle avait disparu.

Concluante sur le plan technique, cette première expérimentation a permis de lancer un an plus tard à Rotterdam une première ligne de navettes autonomes en site propre. Toujours en service aujourd'hui, six navettes autonomes nommées « *Parkshuttle* » circulent régulièrement aux heures de pointe sur un itinéraire de 1,8 km, desservant au total 5 stations et assurant la liaison entre la station de métro « *Kralingse Zoom* » et un quartier d'affaires à l'est de la ville. Aux heures creuses, les navettes circulent à la demande.

La réglementation néerlandaise étant plus souple, ces navettes circulent sans chauffeur à bord.

Depuis 2013, les expérimentations des navettes autonomes se sont multipliées en France (Clermont-Ferrand, Strasbourg, La Rochelle, Lyon, Rouen...), afin de tester la technologie et le potentiel de ce nouveau moyen de déplacement dans des situations d'usage et de service de plus en plus complexes.

Des expérimentations plus tardives en Île-de-France, mais qui s'accélérent depuis quelques mois

Les expérimentations sur l'agglomération parisienne ont débuté bien plus tardivement. En effet, il aura fallu attendre fin septembre 2016 pour que la RATP et la Mairie de Paris, en partenariat avec le constructeur EasyMile, mettent en service une navette autonome à l'occasion de la semaine européenne de la mobilité. Cette dernière a circulé le temps d'un week-end sur un petit circuit improvisé de 130 mètres sur les berges rive droite, nouvellement piétonnisées.

Suscitant l'intérêt, il n'en fallait pas plus pour que l'expérience soit reconduite de la part de la RATP toujours en partenariat avec EasyMile :

- entre janvier et avril 2017, avec la mise en service de deux navettes autonomes sur le pont Charles-de-Gaulle afin de relier la gare de Lyon à celle d'Austerlitz. L'enjeu consistait à tester l'acceptabilité du public vis-à-vis de ce nouveau mode de déplacement et à observer le comportement des navettes lors des croisements sur le pont ;
- depuis fin novembre 2017, avec la mise en service de deux navettes autonomes afin de relier la station de métro « *Château de Vincennes* » au Parc floral du bois de Vincennes, avec un arrêt intermédiaire au Fort Neuf de Vincennes. Cette expérimentation devrait se prolonger jusqu'en juin 2018.

Avant la fin de l'année 2017, des expérimentations ont également été lancées dans le parc d'activité de Rungis et au sein de l'aéroport Roissy - Charles-de-Gaulle. On peut également souligner que de nombreuses autres expérimentations sont à l'étude dans la région.

Les Hauts-de-Seine, un Département volontaire pour tester les mobilités innovantes

Expérimentation dans le parc départemental de l'Île Saint-Germain à Issy-les-Moulineaux

Dans le cadre du « *Grand Paris de la mobilité* », initiative lancée par la Société du Grand Paris et Île-de-France Mobilités, et en partenariat avec le Département des Hauts-de-Seine ainsi que Transdev, une navette autonome fut testée entre le 6 mars et le 7 avril 2017 dans le parc départemental de l'Île Saint-Germain.

L'objectif consistait à étudier le comportement de la navette dans un environnement naturel en cohabitation avec d'autres flux (notamment piétons et vélos) et en étant confronté à des facteurs divers, qu'ils soient naturels (feuilles au sol...) ou liés aux aménagements (revêtement pavé...).

La navette 100 % électrique n'était équipée ni de volant, ni de pédales, et pouvait accueillir jusqu'à douze passagers (dont six en position assise). Elle était équipée de quatre capteurs afin de détecter toute présence à proximité ainsi que d'un capteur sur le toit servant à la liaison GPS et à la géolocalisation.

Elle permettait de relier le parking de l'Île Saint-Germain situé avenue Jean-Monnet à l'entrée est du parc. Ce parcours d'environ 600 mètres était préenregistré, ce qui signifie que la navette ne pouvait pas se détourner de son trajet. Ainsi, en cas de croisement avec un piéton, elle adaptait sa vitesse, jusqu'à éventuellement s'arrêter.

La réglementation imposant une présence humaine à bord, un superviseur se tenait à la disposition des usagers afin de les accueillir, de répondre à leur curiosité légitime et également de recueillir leurs sentiments à propos de ce nouveau moyen de déplacement.

En définitive, la navette a parcouru 606 kilomètres, transporté 2 413 personnes et reçu un accueil positif de la part des usagers : agréable, innovante et intéressante. Toutefois, quelques freins à l'utilisation de la navette ont été soulevés :

- lenteur de la navette (vitesse commerciale comprise entre 5 et 8 km/h) ;
- arrêts fréquents et parfois brusques liés à la présence d'obstacles.



Expérimentation d'une navette autonome dans le parc départemental

Les enseignements tirés de ces expérimentations permettent d'identifier les freins techniques qui peuvent se présenter, de les surmonter par des améliorations (par exemple, les distances de sécurité latérales ont pu être réduites, ce qui a permis d'augmenter la vitesse commerciale en passant de 1,9 m/s au début à 2,9 m/s à présent), afin qu'à terme l'utilisation des navettes autonomes puisse être généralisée et que celles-ci puissent être intégrées dans l'espace public, en toute situation, sur route ouverte parmi les autres flux.

Expérimentation sur l'esplanade de La Défense

Depuis fin juin 2017, Defacto, en partenariat avec Île-de-France Mobilités, Keolis et Navya, expérimente trois navettes autonomes sur l'esplanade de La Défense. L'intérêt de cette expérimentation est de tester la capacité de circulation d'un véhicule 100 % électrique et autonome dans un environnement piéton très dense avec des flux multidirectionnels (500 000 personnes circulent en moyenne tous les jours sur l'esplanade), tout en étant confronté aux problèmes de couverture pour la géolocalisation.

Chacune des navettes circule en totale autonomie, sans superviseur à bord depuis décembre, et peut transporter jusqu'à quinze passagers (dont onze en position assise). Trois circuits ont été initialement définis, tous partants de la Grande Arche pour relier respectivement le quartier Valmy et le Faubourg de l'Arche en semaine et, enfin, *Le Moretti* le week-end. Depuis décembre, ce dernier circuit se fait aussi en semaine et le quartier Valmy n'est plus desservi.

Les navettes sont équipées de détecteurs de présence et de lidars afin de reconstituer l'environnement, de détecter les obstacles ainsi que les personnes mobiles. Elles peuvent ainsi adapter la conduite (trajectoire et vitesse) en fonction.

Après quatre mois d'exploitation, 35 000 personnes avaient utilisé les navettes et s'en trouvaient satisfaites. Initialement programmée jusqu'à la fin de l'année 2017, cette expérimentation se prolongera pendant encore 6 mois.



Expérimentation d'une navette autonome sur l'esplanade de La Défense



Habitacle de la navette autonome

L'INTÉGRATION DANS L'ESPACE PUBLIC

Les navettes autonomes constituent une nouvelle forme de ce que peut être le transport public, à mi-chemin entre le transport collectif actuel et le transport personnel. Elles peuvent donc permettre, à terme, de remplacer une bonne partie des modes de transport terrestre dans les villes, et notamment de réduire l'usage de la voiture individuelle. Toutefois, il faut réfléchir à la problématique de son insertion dans l'espace public : par quels moyens et équipements, pour quels usages et avec quelles échéances ?

Les applications potentielles

Les navettes autonomes sont actuellement conçues pour effectuer des trajets courts et prédéfinis.

Il peut s'agir du dernier ou premier kilomètre dans la chaîne de déplacement, d'une desserte fine des territoires ou d'un service à la demande venant compléter les solutions de transports déjà existantes.

Les applications potentielles sont nombreuses :

- au sein de sites avec des bâtiments dispersés (centres-villes, centres historiques, campus universitaires, centres hospitaliers, quartiers d'affaires, parcs d'activités, ports, sites industriels, aéroports, parc d'attractions ou de loisirs...);
- axé sur l'inter-modalité en connectant au moins deux modes de transport (entre deux gares, entre une gare et un aéroport, entre un parking et une station de tramway...).

De nombreux avantages liés à l'autonomie des véhicules

Si les navettes autonomes offrent de nouvelles et immenses potentialités, c'est plus globalement le développement des véhicules autonomes qui risque de modifier l'occupation et le partage de l'espace public.

En effet, outre le fait d'être 100 % électrique et donc de préserver l'environnement, de nombreux avantages peuvent être soulignés en fonction des usages des véhicules autonomes :

- une réduction du nombre d'accidents, du fait d'un meilleur temps de réaction et d'une plus grande fiabilité des systèmes informatisés, notamment en excluant le facteur humain de la conduite, responsable selon les différentes études de la grande majorité des accidents (soit lié à l'aptitude de l'usager avec la fatigue, l'inattention ou l'alcoolémie, soit lié au comportement avec la vitesse, les infractions, les mauvaises manœuvres et les prises de risque);
- une réduction des embouteillages :
 - par la diminution du parc des voitures particulières résultant, soit d'un report modal vers les navettes autonomes, soit d'une

dépersonnalisation des voitures. En moyenne, celles-ci passent environ 96 % de leur existence à l'arrêt, en situation de stationnement, et sont donc très peu utilisées. L'idée consisterait à mettre en place un système de partage de voitures autonomes qui seraient mises à disposition du plus grand nombre, sur simple demande (cf. les études du forum international des transports : www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_self-drivingcars.pdf et www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf);

- grâce au développement d'un système de communication entre véhicules et avec les contrôleurs de feux qui permettrait d'optimiser la performance du réseau, d'homogénéiser quasi instantanément et donc de fluidifier le trafic, en particulier aux carrefours;
- une optimisation des emplacements de stationnement, les véhicules autonomes pouvant se garer au plus près les uns des autres;
- une diminution du nombre d'emplacements de stationnement, notamment en centre-ville, puisque la voiture peut déposer ses occupants devant leur destination et se garer toute seule plus loin ou poursuivre sa mission. Cela permettrait également de supprimer le stationnement sauvage lié aux incivilités et comportements de l'homme, lequel pour des raisons pratiques souhaite être au plus près.

De belles promesses

Plus généralement, le développement des véhicules autonomes permettrait de dégager des espaces auparavant dédiés aux voitures (voie de circulation, places de stationnement), et de les affecter à d'autres usages, notamment les modes actifs. Cela permettrait également aux populations de se réappropriier l'espace public, qui redeviendrait, notamment en centre-ville, un espace d'échange et de rencontre.

Tout cela peut sembler utopique, mais en repensant l'espace judicieusement et en y intégrant les véhicules autonomes, c'est ce vers quoi les aménageurs souhaiteraient tendre (cf. « *Blueprint for autonomous urbanism* » édité par la National association of city transportation officials nacto.org/wp-content/uploads/2017/11/BAU_Mod1_raster-sm.pdf).

En conclusion, les véhicules autonomes laissent entrevoir d'énormes possibilités en améliorant considérablement le quotidien et le cadre de vie. À terme, ils pourraient devenir un maillon essentiel de la mobilité : non polluants, autonomes, constamment connectés, continus (24 heures/24 et 7 jours/7), facilitant les déplacements, y compris pour les personnes à mobilité réduite...

Le prochain numéro traitera de la fermeture de la RD1 à Boulogne-Billancourt en lien avec la réalisation de la station « Pont de Sèvres » du Métro 15 Ouest.
L'observatoire est animé par le service Politiques et offres de mobilité de la direction des Mobilités.

Contact : mobilites.cd92@hauts-de-seine.fr

Pour en savoir plus :

www.hauts-de-seine.fr/cadre-de-vie/transports/mobilite/

www.hauts-de-seine.fr/cadre-de-vie/transports/circulations-douces/

www.hauts-de-seine.fr

2-16, bd Soufflot - 92015 Nanterre Cedex - tél. : 01 47 29 30 31

