



BBA LA ROCHELLE – Bachelor International

PROMOTION 2019

Analyse critique de la voiture autonome

Mémoire de fin d'études présenté par

« **Edouard VATBOIS** »

Sous la direction du tuteur de Mémoire :

« **Emmanuel RENAUD** »

Docteur en Sociologie

Remerciements

Je tiens ici à témoigner ma gratitude à toutes les personnes ayant rendu possible la réalisation de ce Mémoire.

Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance à Monsieur Emmanuel RENAUD, docteur en Sociologie, professeur au Groupe Excelia et tuteur de ce Mémoire. Il s'est rendu disponible et a été d'une grande aide pour la mise en route et l'encadrement de ce projet.

J'adresse mes remerciements à chacun des individus constituant l'ensemble de la population ayant pris le temps de participer à mon enquête. Ils ont été d'une aide précieuse et ont fourni des réponses de qualité.

Je suis également reconnaissant de tous les professeurs, intervenants et toutes personnes dont leurs conseils pour ce Mémoire m'ont guidés et apportant de la valeur à ce travail.

Je remercie enfin mes amis, collègues et mes parents pour avoir proposés un soutien moral sans faille tout au long de l'exercice.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1) Identification et définition des concepts utilisés	10
2) L'intelligence artificielle et autres différences essentielles de la voiture autonome	13
3) Les niveaux d'automatisation reconnus	16
I) L'IMPULSION INNOVATIVE A L'ORIGINE D'UNE REVOLUTION DANS LE SECTEUR AUTOMOBILE	
I.1) Les raisons d'un besoin d'innovation dans le secteur de l'automobile	19
I.2) L'intelligence artificielle comme recours logique	20
I.3) Les GAFAM, promoteurs clefs aux origines de l'innovation	21
II) LES ACTEURS DE LA COURSE AU DEVELOPPEMENT DE LA VOITURE AUTONOME	
II.1) Les constructeurs automobiles, ne souhaitant pas se faire distancer	26
II.2) Les équipementiers en reconversion	30
II.3) Les sociétés de services et leurs efforts	32
III) LES RAISONS LOGIQUES DU DEVELOPPEMENT DE CETTE INNOVATION PROMULGUEES	
III.1) Raisons sociétales	34
III.2) Raisons écologiques	36
III.3) Raisons économiques	38
IV) UNE REDEFINITION DE LA MOBILITE ENTRAINEE PAR LA VOITURE AUTONOME	
IV.1) Des conceptions différentes du progrès en lien à la voiture autonome	39
IV.2) La mutation de l'industrie automobile et l'évolution de ses acteurs en perspective	
IV.3) La cohérence de la technologie dans la définition du progrès	44
V) LES DANGERS ET LIMITES DE CETTE INNOVATION	
V.1) Une technologie encore limitée, qui peine à séduire	46
V.2) Les raisons de sécurité routière et pour le consommateur	48
V.3) Les raisons juridiques	50
VI) LES BESOINS D'ETHIQUE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPLIQUEE	
VI.1) Les choix moraux en cas de collision inévitable	52
VI.2) Les autres besoins d'éthique	54
ANALYSE DE TERRAIN	56
CONCLUSION	62
ANNEXES	65
BIBLIOGRAPHIE	81

Résumé

Le présent Mémoire traite des raisons des promoteurs et détracteurs de la voiture autonome. Il en analyse les arguments et stratégies utilisés en gardant comme fil conducteur la logique de l'innovation et du progrès. Ce travail explique comment une telle innovation peut être amenée, en se basant sur l'hypothèse qu'une économie de services entraînant une redéfinition de la mobilité est l'avenir le plus adapté pour les véhicules autonomes. Nous observerons également les perspectives d'évolutions des acteurs du secteur et la course actuelle entre GAFAM, constructeurs classiques et équipementiers du secteur automobile et les jeux d'alliances y résultant. Il en émerge alors deux stratégies bien distinctes, une vision de rupture opposée à une évolution progressive. Cette étude mettra en avant, les éléments technologiques centraux constituant les véhicules autonomes dont notamment l'intelligence artificielle. De ces éléments en découlent beaucoup d'enjeux pour les acteurs du domaine, en matière de stratégie, de mobilité mais également d'éthique. De cette manière seront ainsi définis et étudiés les divers leviers en mesure d'affecter cette nouvelle industrie. Ce Mémoire se basera tout du long sur une recherche quantitative renforçant ainsi ces hypothèses. Ainsi, le véhicule autonome est une industrie porteuse d'avenir sur différents plans et à différentes échelles. Nous verrons qu'il peut plausiblement être vecteur de progrès technologique, économique et social. Cependant, ces propos seront nuancés par une série d'études menées par les détracteurs de la voiture autonome remettant en cause la cohérence de l'innovation. Nous verrons alors que même si la voiture autonome est critiquée, promoteurs et détracteurs s'intéressent à son développement dans l'idée de la rendre plus performante et qu'un jour elle soit la force de proposition de toute une industrie.

Abstract (en anglais)

This research thesis discusses the reasons of the promoters and detractors of the autonomous car. It analyses the arguments and strategies used, keeping the logic of innovation and progress as the guiding principle. This work explains how such innovation can be brought about, based on the assumption that a service economy leading to a redefinition of mobility is the most appropriate future for autonomous vehicles. We will also observe the evolution

prospects of the actors in the sector. We will study the current development competition between GAFAM, automobile manufacturers and automotive equipment manufacturers and the resulting alliance games. Two very distinct strategies emerge from this, a vision of rupture as opposed to a progressive evolution. This study will highlight the central technological elements constituting autonomous vehicles, including artificial intelligence. These elements give rise to many challenges for the actors in the field, in terms of strategy, mobility and also ethics. In this way, the various factors that could affect this new industry will be defined and studied. This thesis will be based throughout on quantitative research, thus reinforcing these hypotheses. The autonomous vehicle is an industry with a promising future on different levels and at different scales. We will see that it can plausibly be a vehicle for technological, economic and social progress. However, these remarks will be qualified by a series of studies conducted by critics of the autonomous car that question the coherence of innovation. We will then see that even if the autonomous car is criticized, promoters and detractors are interested in its development with the idea of making it more efficient and that one day it will be the driving force behind an entire industry.

Mots-clefs

Véhicule/Voiture autonome – Intelligence artificielle – GAFAM – Constructeurs automobiles – Equipementiers – Innovation – Progrès

Keywords (en anglais)

Autonomous vehicle – Artificial intelligence – GAFAM – Automobile manufacturers – Automotive suppliers – Innovation – Progress

INTRODUCTION

Il est communément admis que c'est l'ingénieur français Joseph CUGNOT et son dénommé « fardier à vapeur » qui donna naissance au véhicule automobile fonctionnel en 1769. L'idée était de rendre autonome une voiture du travail indispensable des chevaux en le substituant par une force motrice.

Depuis, les encombrants systèmes à vapeur ont très rapidement été remplacés par des moteurs à combustion, puis à explosion. Les automobiles se sont alors équipées de pneumatiques et d'une carlingue complète. Le moteur électrique propulsait déjà même des véhicules au-delà 100km/h il y a plus d'un siècle avant que celui à essence commence à le supplanter pour s'imposer totalement. Ses innovations ne sont pas nouvelles, des progrès ont été faits et les techniques se sont affinées pour former les flottes automobiles que nous côtoyons aujourd'hui. Indéniablement, l'invention de l'automobile peut être considérée comme une innovation majeure et une révolution au sein des modes de transport. Elle a eu un impact considérable sur la société alliant progrès technique et économique et a largement contribué à la révolution industrielle.

Cependant, le concept en lui-même de l'automobile n'a jamais vraiment évolué depuis sa création. Pour s'en rendre compte, il suffit de s'en référer à la définition et l'origine même du mot voiture. Une fois n'est pas coutume, remettons-nous-en communément à celle de Google selon laquelle une voiture est un « *véhicule monté sur roues, tiré ou poussé par un animal, un homme* » (Google Search, 2019). C'est dans ce cadre, que le fait de parler de voiture autonome prend du sens. Très couvert médiatiquement ces dernières années du fait des annonces régulières de la part des géants américains ou des constructeurs ambitieux, rares sont ceux qui n'ont jamais entendu parler de tels véhicules. Ils seraient en pratique capable de transporter sans chauffeur et donc en toute autonomie des passagers d'un point A à un point B. C'est alors que cette innovation redéfinit en partie le concept de l'automobile. En effet, après l'ajout d'un moteur la voiture n'a cessé d'être perfectionner pour devenir ce qu'elle est aujourd'hui. Il n'y a eu depuis guère d'autres innovations majeures. Autrefois rendue autonome du travail des animaux, l'idée est désormais de la rendre de celui des hommes. C'est ce que nous appellerons dans ce mémoire, la seconde quête d'automatisation des véhicules.

Dans cette quête d'autonomie, nombreux groupes de diverses tailles et d'origine sont enthousiastes au développement des véhicules autonomes. Motivés par la logique de l'innovation et maîtrisant certaines des nouvelles technologies rendant leur déploiement plausible, dont notamment l'intelligence artificielle, nous pouvons les regrouper sous la large bannière des promoteurs de la voiture autonome. Emmenés par les GAFAM, aux origines de la proposition de cette industrie, ils encouragent leur développement en allant dans le sens cohérent des savoirs et de technologies que chacun maîtrise. De fait, seule la technologie peut permettre de retrouver dans l'automobile des sources de profits, en la connectant à un réseau global, qui permettrait son autonomie. En opposition, nous trouvons nombre de septique apportant des arguments fondés et des études scientifiques formant les détracteurs de la voiture autonome. Promoteurs comme détracteurs usent un raisonnement logique et scientifique pour promouvoir ou non la logique de l'innovation dans le cadre d'un progrès technologique, économique et social.

Les enjeux et la méthodologie de ce Mémoire

Ce travail portera ainsi sur les raisons et les causes des promoteurs et détracteurs de la voiture autonome. Il s'agira d'effectuer une analyse critique de ce marché et de l'éventuel progrès qu'il est censé accompagner pour savoir en quoi cette forme d'innovation du secteur automobile peut intéresser certaines entreprises, même étrangères au secteur. Nous analyserons ses acteurs dont notamment les GAFAM pour étudier leurs motivations et intérêts. L'idée est de comprendre pourquoi certains veulent aller vers la voiture autonome, alors que d'autres non. Cette étude couvrira les origines de la seconde quête d'automatisation, les raisons, ses acteurs et les conséquences entraînées au travers de cinq grands axes : L'impulsion innovante à l'origine d'une révolution dans le secteur automobile, les acteurs de la course au développement de la voiture autonome, les raisons logiques du développement promulguées, une redéfinition de la mobilité entraînée par la voiture autonome, les dangers et limites de cette innovation et les besoins d'éthique de l'intelligence artificielle appliquée.

Il ne s'agira pas ici d'établir quelconques prospections ou d'un futuriste. L'objectif est d'essayer d'étudier le sujet sous un angle différent en gardant comme fil conducteur la logique de l'innovation, pour réfléchir aux problématiques du thème auxquelles on ne pense pas forcément. L'idée est de comprendre comment peut-on correctement réfléchir et envisager un plausible futur sans tomber dans des divagations prévisionnistes dépourvues de sens.

Ainsi, sous cette idée d'innovation et de progrès, nous commencerons par définir les bases et ce qui formera les piliers de notre analyse afin de comprendre l'envergure de tous les paramètres à prendre en compte qui influent les décisions, stratégies et raisons des promoteurs et détracteurs. Ce travail se basera tout au long sur une étude quantitative qui constituera le terrain de l'enquête. En effet, un questionnaire comprenant vingt questions a été soumis en ligne sur les réseaux sociaux. Le bouche-à-oreille a également permis de faire circuler cette enquête jusqu'à des individus n'utilisant pas ces réseaux. L'idée a permis de diversifier au mieux la population. Cette dernière population est au nombre de 92 individus. La stratégie utilisée lors de ce Mémoire pour traiter les réponses a été d'illustrer des propos, des idées et des hypothèses soutenues tout au long de l'étude avec les résultats du questionnaire. De sorte que cela puisse renforcer une idée présentée en allégeant d'une façon ce travail. Néanmoins, dans un souci de transparence et de présentation totale des résultats, nous traiterons en fin de Mémoire d'une partie résumant dans son intégralité les réponses et ce qui en ressorts.

Problématiques et hypothèses

Dans ce travail, sont questionnés en tant que problématiques les acteurs de l'environnement de la voiture autonome et leurs raisons et motivations à défendre ou non l'innovation. Nous chercherons à comprendre et à analyser les enjeux et les différents leviers de ce nouveau secteur de l'automobile. Il s'agira de voir comment et par qui cette innovation doit être apportée, selon la logique de l'innovation. De même, nous étudierons en quoi la voiture autonome redéfinit la notion de progrès du domaine et quels en sont les nouveaux apports pour la mobilité. Nous chercherons également quelles en sont les limites et dangers s'il y en a pour la société.

De ces interrogations, ils en émergent plusieurs hypothèses, que nous tenterons de vérifier au travers des différentes parties et de l'analyse de terrain. Ainsi, il semble que l'industrie des véhicules autonomes ne peut être amenée que par les entreprises maîtrisant ses composants essentiels, comme l'intelligence artificielle, et que cette dernière est la force de proposition de tout le secteur. Nous émettons alors l'hypothèse suivante que les autres acteurs comme les constructeurs automobiles doivent s'ils veulent participer à cette industrie, impérativement créer des jeux d'alliances avec les entreprises maîtrisant ses éléments-clefs. Cette innovation semble trop complexe pour être développée par une seule firme et nous supposons qu'elle nécessite, pour fonctionner correctement la coopération de plusieurs

savoirs et compétences essentiels. Les entreprises maîtrisant l'intelligence artificielle en seront les acteurs les plus influents et centraux de l'industrie. Nous émettons également l'hypothèse que la voiture autonome, s'il elle se démocratise un jour, devra transformer l'industrie automobile d'une consommation de biens à une consommation de services. Dans cette idée de progrès, elle est viable et plus cohérente que si elle révolutionne la mobilité automobile en bousculant la notion de propriété de véhicule pour le transformer en un service commun. C'est dans ce sens que nous supposons la voiture autonome capable d'engendrer différents types de progrès. Cette idée est basée sur le fait que l'industrie automobile de nos jours est arrivée à maturité et doit migrer vers une innovation qui a un potentiel.

Nous répondrons ainsi à toutes ses problématiques et développerons nos hypothèses au travers de ses six grands axes. Nous testerons la viabilité de certaines au travers de notre enquête de terrains.

1) Identification et définition des concepts utilisés

Dans l'optique de poser les fondations de ce mémoire nous commencerons par définir et identifier les bases et concepts utilisés tout au long de l'étude. Il s'agira d'être claire sur ses définitions afin de comprendre en quoi cela réfère et pour que plus d'interrogations ne demeurent. Ainsi, nous étudierons le concept même de la voiture autonome, celui de son intelligence artificiel appliquée, des acteurs principaux les GAFAM, des équipementiers du secteur et du concept pur d'innovation et de progrès.

Concept de la voiture autonome :

Un véhicule est dit autonome lorsqu'il ne nécessite pas d'interventions humaines pour évoluer sur route dans des conditions de circulation réelles. Le concept vise ainsi à terme à développer et produire des véhicules en mesure de circuler réellement sur voie publique parmi d'autres véhicules. Tout cela dans le trafic, sans conducteur et en toutes situations. Ainsi, pour être automatisée la voiture doit disposer de son propre système de pilotage automatique et d'une série de capteurs lui permettant d'analyser et de comprendre son environnement pour lui permettre de circuler. Le véhicule est ainsi en mesure de modéliser en trois dimensions les éléments qui l'entourent comme les marquages au sol, la signalisation, les piétons, les autres véhicules, les obstacles potentiels sur la route et autres afin d'évoluer en autonomie en respectant le Code de la route.

Concept de l'intelligence artificiel appliquée :

L'ensemble des informations collectées par un véhicule autonome au travers de ses capteurs est traité par des algorithmes et programmes d'intelligence artificielle dédiés à son pilotage. Ils organisent et coordonnent les manœuvres à effectuer en agissant sur les systèmes de gouverne du véhicule contrôlant ainsi sa trajectoire, son freinage et toutes autres actions nécessaires à la conduite.

Selon la définition de l'un de ses créateurs Marvin Lee MINSKY, l'intelligence artificielle est « *la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des*

processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique » (Marvin Lee MINSKY, 1956). Ainsi, le rôle que l'intelligence artificielle doit jouer dans la voiture autonome est très clair ; agir comme un véritable conducteur en sachant observer et comprendre son environnement pour agir en conséquence en toute autonomie. Nous nous réfèrerons à cette définition plusieurs fois au cours de ce mémoire pour en comprendre les enjeux.

Concept des GAFAM :

Les très connus géants américains Google, Apple, Facebook, Amazon formant l'acronyme GAFA(M) auquel nous rajoutons ici le M de Microsoft pour sa participation en tant que promoteur de la voiture autonome sont les 5 grandes firmes du XXIème siècle qui dominent l'industrie du numérique. Ils sont les entreprises disposant de conséquents budgets en Recherche et Développement et ont tous intégrés la technologie de l'intelligence artificielle avec l'objectif de saisir des opportunités de marché. En effet, la voiture autonome est une application typique du domaine de l'intelligence artificielle dans laquelle ses grands acteurs sont engagés. Ces 5 géants du numérique disposent d'énormes quantités de données pour entraîner leurs algorithmes d'apprentissage. Ils récoltent et utilisent ses données indispensables à « l'apprentissage perceptuel » selon MINSKY (Marvin Lee MINSKY, 1956), au cœur du développement des véhicules autonomes. Ainsi, au vu de leur taille et de leur influence, les GAFAM et l'intelligence artificielle omniprésente au sein de leurs activités forment les principaux acteurs du domaine. Ils sont la force de proposition de cette nouvelle industrie et sont influents tant aux niveaux économique et politique que social.

Concept des équipementiers :

Les véhicules autonomes, qui peuvent être des véhicules standards aménagés, disposent pour fonctionner correctement d'une série d'équipements caractéristiques supplémentaires dont notamment ses capteurs numériques. Le rôle des équipementiers du secteur automobile est d'être spécialisé dans la fabrication des divers composants spécifiques à une voiture. Leurs clients sont donc les constructeurs automobiles classiques. Des équipementiers tels que Bosch, Continental ou le français Valéo, produisent aussi pour des constructeurs de rang international. Ainsi dans le cadre de la voiture autonome, les équipementiers automobiles peuvent avoir un

effet de levier sur l'ensemble de cette industrie aux regards de ses nouveaux équipements à produire.

Concept de l'innovation et du progrès :

En matière de voitures autonomes, il est important dans ce mémoire de distinguer le concept d'innovation de celui de progrès. Ainsi, l'innovation est selon le dictionnaire Larousse « *l'action d'innover* » qui se traduit par « *une introduction, dans le processus de production et/ou de vente d'un produit, d'un équipement ou d'un procédé nouveau* » (Dictionnaire de français Larousse 2019). Une innovation cherche à améliorer ou rendre plus performant quelque chose d'existant. Les voitures existent depuis bien longtemps et le fait de les rendre autonomes du travail des hommes est une innovation dans la mesure où elle surpasse l'homme dans la tâche de les conduire.

Le progrès, quant à lui correspond toujours selon la définition du même dictionnaire à une « *transformation vers le mieux dans un domaine particulier, évolution vers un résultat satisfaisant, favorable* » et à une « *Évolution régulière de l'humanité, de la civilisation vers un but idéal : Croire au progrès* » (Dictionnaire de français Larousse 2019). Ainsi, le progrès issu des voitures autonomes n'aurait de sens que si cette technologie représente une évolution à long terme pour l'idéal collectif. Le progrès peut alors prendre différentes formes et se distinguer en trois principales catégories : le progrès technique, économique et social. Un progrès dans une de ses trois catégories n'entraîne pas forcément d'amélioration dans les deux autres, et peut même dans certains entraîner un « cannibalisme » dans ses divisions.

Le dilemme de la voiture autonome semble ainsi résider dans ces croyances à l'innovation et au fait qu'elle sera un jour en mesure de réelle pouvoir surpasser un conducteur humain. Mais surtout dans ces croyances au progrès dans la mesure où elle puisse être bénéfique pour l'ensemble de la population. Le sens de progrès peut être en mesure d'englober celui d'innovation dans certaines conditions pour la voiture autonome. En effet, si la voiture autonome est une innovation qui véhicule le progrès alors elle sera viable. Reste à savoir si cela conditionnera également les plans économiques et sociaux.

2) L'intelligence artificielle et autres différences essentielles de la voiture autonome

Un véhicule autonome ou autre voiture aménagée, doit disposer d'équipements supplémentaires nécessaires à son autonomie. Il est alors équipé de capteurs numériques agissants comme les yeux d'un conducteur, dont les informations reçues sont traitées par des logiciels d'intelligence artificielle embarqués qui représentent alors son cerveau. Ainsi, les données collectées par les capteurs sont transmises aux logicielles et programmes qui décident par le biais de servocommandes d'actions à entreprendre sur le volant, accélérateur, freins et autres commandes du véhicule.

Dans un premier temps, il peut être ici intéressant de s'intéresser davantage aux capteurs numériques du véhicule, car ceux-ci semblent présenter des aspects stratégiques et soulèvent deux questions. Qui est donc en mesure de les produire et d'en tirer avantage ? Quels intérêts stratégiques ont les constructeurs de voitures autonomes, dans le choix de ses capteurs en termes de coût et d'efficacité ? Ainsi, il existe 5 principales catégories de capteurs numériques pouvant être utilisés pour rendre un véhicule autonome :

- Les capteurs à ultrasons : Ils sont utilisés pour des détections de faibles distances, capables de repérer des obstacles à moins de 2 mètres. Ils sont en moyenne au nombre de 12 dans une voiture autonome. Cette technologie est déjà très démocratisée sur nos véhicules actuels, un exemple en est le bip sonore de recul.
- Les caméras : Ce capteur est capable de reconnaître le signal des feux tricolores et de lire la signalisation. Il peut être aussi en mesure de repérer des obstacles et d'identifier des piétons avec une certaine fiabilité. Cette technologie commence aussi à se reprendre au sein des véhicules actuels avec par exemple la caméra de recul.
- Les radars : Le principe repose sur l'utilisation d'ondes électromagnétiques, semblable à celles des navires, capables de détecter des obstacles à distances plus longues que les ultrasons. Il est également en mesure d'évaluer la vitesse de cet

obstacle par rapport à son référentiel et est utilisable à la différence de la caméra en toutes conditions météorologiques. Son inconvénient est qu'il n'est néanmoins pas capable de détecter les formes ni la hauteur des obstacles.

- Les lidars : Ce capteur peut être considéré comme une des révolutions de la voiture autonome. Il est capable de mesurer des distances et de détecter des obstacles à l'aide d'un faisceau laser. Celui-ci scan constamment son environnement et est capable de détecter des formes en 3 dimensions. L'ordinateur interne peut alors modéliser son environnement à 360 degrés avec les informations reçues et ainsi influencer le véhicule au cours de son déplacement. Cependant, le principal inconvénient des Lidars est leurs coûts, en effet la technologie est complexe et des métaux rares sont indispensables à leurs fabrications.

- Internet (V2V) : Ce dernier peut être considéré comme un capteur dans la mesure où il peut connecter les véhicules autonomes à un réseau global leur permettant de communiquer. Un véhicule rencontrant un obstacle sera en mesure d'avertir son réseau de celui-ci. Cette technologie de communication entre véhicules connectés est appelée V2V soit « vehicle-to-vehicle ». Les transmissions sont effectuées soit en Wi-Fi ou via une antenne 4G pour distribuer l'information.

Ainsi, toutes ces données collectées de ces différents capteurs se complètent. Les informations sont alors transmises à l'ordinateur de la voiture et à son programme d'intelligence artificielle qui les traite à haute vitesse et pour pouvoir réagir en fonction. Maintenant que nous comprenons mieux comment une voiture autonome fonctionne, nous pouvons plus aisément appréhender les enjeux autour de ses capteurs numériques. En effet, la carrosserie et le moteur ne sont plus les seuls gros éléments les plus coûteux. Il faudra alors pour les constructeurs établir une stratégie concernant l'utilisation et l'acquisition de ses capteurs. On comprend désormais le rôle que les équipementiers automobiles pourraient avoir à jouer dans la voiture autonome, s'ils saisissent l'opportunité. Leur valeur ajoutée pourrait se voir revalorisée en produisant ses capteurs, et devenir des acteurs indispensables du marché. « *La production de véhicules va changer de manière significative, l'industrie passant d'un mélange de composants*

mécaniques, hydrauliques et électroniques, à une majorité d'éléments électroniques et logiciels avec le développement des voitures autonomes et connectées » (Rising currents are lifting EVs to new heights - Thiemo Lang & Pieter Busscher, 2018). Cependant, certains constructeurs ont établi leur propre stratégie autour de ses instruments. Les GAFAM dont Google au travers de sa filiale de voitures autonomes Waymo, entend développer ses propres capteurs dont les très chers lidars. Grâce à son conséquent budget alloué en recherches et développement lui permettant de s'afficher comme leader dans le domaine, le groupe a annoncé avoir développé un lidar coûtant 90% de moins que la majorité des autres appareils du marché. D'autres promoteurs plus indépendants, ont choisi une stratégie plus osée. C'est le cas de TESLA qui a fait le choix de se passer de lidars pour faire des économies en argumentant qu'un œil humain est en mesure de comprendre son environnement, alors le travail de caméras supporté par des radars sera tout aussi efficace. La fabrication, commercialisation et l'utilisation de ses capteurs dont particulièrement du lidar joue un rôle important sur le marché de la voiture autonome. Différentes stratégies sont établies des promoteurs. Les équipementiers automobiles souhaitant inverser le rapport de forces en produisant ses capteurs. Certains constructeurs aux larges moyens investissant dans leur propre appareil et d'autres ont décidé de se passer de leur utilisation.

Bien qu'indispensables, ses capteurs sont à la merci d'une autre différence de la voiture autonome entre plus essentielle ; l'intelligence artificielle. Nous l'avons vu, cette intelligence artificielle présente un rôle majeur pour les voitures autonomes. Elle regroupe et analyse toutes les données reçues pour évaluer et décider des directives à employer sur les commandes du véhicule. Ces programmes se doivent donc être raisonnables et fiables à 100% dans la mesure où elle implique des vies humaines. Pour l'instant, ce sont les GAFAM qui maîtrisent le mieux ce concept d'intelligence artificielle. En effet, les systèmes et programmes embarqués sont principalement développés par les entreprises du secteur numérique disposant de grands moyens de recherches. Ils détiennent alors le savoir-faire indispensable, les ressources expertes et ont collecté nombre de données nécessaire à son déploiement. Ils disposent ainsi d'une avance considérable sur les autres promoteurs de la voiture autonome en maîtrisant et en amenant cette technologie centrale à l'innovation.

Les GAFAM ont alors amené une technologie maîtrisant les deux des trois piliers de l'intelligence artificielle de MINSKY. Ils ont développé « *l'apprentissage perceptuel* » au travers du « Machine Learning » puis ont travaillé à « *l'organisation de la mémoire* » (Marvin Lee MINSKY, 1956) à l'aide des données récoltées. En effet, les développeurs de ces systèmes

leur ont donné, grâce à une approche statistique la capacité d'apprendre à partir des informations récoltées. Ses ordinateurs sont en mesure d'améliorer au fil du temps et de leurs expériences, leurs performances à résoudre des tâches sans être explicitement programmés pour chacune. Ce travail de « Machine Learning » est le premier pilier indispensable à la voiture et à son « *l'apprentissage perceptuel* », pour devenir autonome. WAYMO a ainsi exploité de nombreux véhicules pendant des années sur des kilomètres de pistes pour entraîner et performer ses algorithmes. Ils disposent désormais d'une avance considérable et d'outils indispensables à la voiture autonome. Les autres promoteurs souhaitant produire ce type de voiture devront utiliser leurs services ou être alors en mesure d'en obtenir de tels.

Ce nouveau marché concerne les constructeurs automobiles, les équipementiers et ceux maîtrisant les algorithmes d'intelligence artificielle et disposant des données. Ainsi, nous observons que la logique de cette innovation va dans le sens de l'intelligence artificielle, des technologies de repérages et de la connexion dans l'automobile. Cette innovation ne peut être donc amenée que par ceux qui maîtrisent ces éléments-clefs.

3) Les niveaux d'automatisation reconnus

Dernier point stratégique nécessaire d'éclaircir pour comprendre les enjeux des promoteurs et détracteurs de la voiture autonome, nous étudierons ici les niveaux d'autonomies différents que peut avoir un véhicule. En effet, le concept de véhicule autonome peut recouvrir aussi bien un véhicule totalement autonome ou bien un véhicule semi-autonome disposant de différentes aptitudes à la conduite automatisée. Afin de faciliter la comparaison du degré du niveau de travail des ordinateurs embarqués, plusieurs organismes ont proposé des classifications. Le rapport Aschonchilo fait état de quatre différentes classifications selon quatre grands organismes (Aschonchilo, 2015). On y trouve alors une nomenclature établie par BAST, l'institut fédéral allemand de la recherche routière en 2010, celle de NHTSA, une agence fédérale américaine des Etats-Unis chargée de la sécurité routière en 2013, une en vigueur de la SAE, une organisation internationale qui traite de l'ingénierie des véhicules en 2014 et enfin la nomenclature du Plan industriel véhicule autonome français en 2014. Ainsi, on y relève selon les organismes, des stades d'autonomies différents pouvant varier de 5 ou 6 stades allant du niveau 0 à 5. Dans une quête de simplification et pour une meilleure compréhension, nous admettrons dans ce Mémoire qu'il existe 5 niveaux distincts d'autonomie pour un véhicule. Le

niveau 0 ne représente pas d'autonomie et le niveau 4 est le niveau maximum atteignable. Les stades peuvent alors être décrits comme suit.

- Niveau 0 : Ce niveau ne présente aucune autonomie. Le conducteur doit alors réaliser toutes les tâches nécessaires à la conduite en actionnant lui-même les commandes.
- Niveau 1 : Premières apparitions de quelques assistances automatisées. Le véhicule peut ainsi être en mesure d'aider légèrement le conducteur pendant la conduite. On y trouve ainsi des fonctions d'assistance non essentielles telles que le régulateur de vitesse, le correcteur de trajectoire ESP ou encore le système d'antiblocage des roues en cas de fort freinage, l'ABS. Ces équipements permettent au conducteur de simplifier quelques-unes de ses tâches, et de renforcer sa sécurité quant à la tenue de route et distance minimum réduire de freinage. Cependant, il doit rester vigilant et maître de son véhicule à chaque instant.
- Niveau 2 : Le véhicule commence à être automatisé sobrement. Il est alors en capacité de réaliser des actions simples. Le système peut alors effectuer des tâches de contrôle d'accélération ou de freinage mais aussi de direction dans certaines conditions. L'ordinateur assiste ainsi activement le conducteur sur son travail de pilotage en pouvant utiliser au moins deux fonctions autonomes simultanément. Il peut ainsi par exemple être en mesure se recentrer la voiture sur une voie ou d'effectuer une manœuvre de parking tout seul. Le travail est ainsi partagé entre le conducteur et le véhicule. Mais celui-ci reste responsable de surveiller le système en permanence et être prêt à reprendre le contrôle à tout instant (Aschonchilo - Nomenclature BAST, 2010).
- Niveau 3 : Ici, le véhicule est responsable d'une grande partie de la conduite. Le système maîtrise ainsi toutes les tâches de contrôle, mais nécessite que le conducteur doit toujours être attentif en cas de situations imprévues. Le véhicule est capable d'évoluer en autonomie dans son environnement en conditions réelles et son conducteur peut donc se distraire. Cependant, quand le nécessité s'en fait sentir, le

logiciel avertit le conducteur du besoin de reprendre le contrôle, suffisamment à l'avance.

- Niveau 4 : C'est le niveau maximum, l'autonomie est donc totale. La voiture n'a plus besoin de conducteur pour être assistée ou surveillée. Le système maîtrise alors la totalité des commandes principales et secondaires de conduite. Le passager a juste à signaler sa destination pour ensuite se laisser conduire par la voiture. Il n'est pas supposé disponible pour la maîtrise du véhicule pendant le parcours. Par conception, la conduite sûre repose uniquement sur le système automatisé du véhicule (Aschonchilo - Nomenclature NHTSA, 2013).

L'une des premières observations qui émerge au regard de ces différents niveaux est qu'il existe une idée d'augmentation progressive de l'autonomie. En effet, cela avance que stade maximal ou le véhicule est 100% autonome doit être amené d'abord par des véhicules performants dans les stades inférieurs. Cela suivrait ainsi une évolution logique de cette innovation. Cependant, si le sens est cohérent dans le développement de la voiture autonome, il peut être plus délicat à appréhender quant au fait de sa mise sur le marché. En effet, bien que les niveaux ne puissent être atteints que progressivement, le choix d'une commercialisation partiellement ou entièrement autonome d'un véhicule est entre les mains de ses constructeurs. Ainsi, deux stratégies se distinguent selon les compétences des promoteurs. « *Les constructeurs historiques parient sur une adoption progressive et maîtrisée de la robotisation ; les nouveaux entrants parient sur la rupture et la mise sur le marché le plus vite possible des véhicules entièrement automatisés.* » (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018) Les GAFAM, maîtrisant le savoir-faire et les outils indispensables souhaitent directement commercialiser des véhicules de niveau 4. Les constructeurs classiques, plus prudents, suivent l'évolution de la logique innovante pour leur commercialisation de voitures autonomes. Ces idées donneront naissance à une partie de ce travail traitant de la logique et des visions des acteurs à aborder le marché.

I) L'IMPULSION INNOVATIVE A L'ORIGINE D'UNE REVOLUTION DANS LE SECTEUR AUTOMOBILE

I.1) Les raisons d'un besoin d'innovation dans le secteur de l'automobile

Les questions légitimes que nous pouvons ainsi nous poser sont pourquoi une telle innovation est portée par certains acteurs ? Est-elle en mesure de répondre à des problèmes de société et peut-elle améliorer une situation existante dans le monde de l'automobile ? En quelque sorte, la voiture autonome est-elle une innovation capable de véhiculer un progrès, et dans quelles conditions ? Dans cette partie, nous nous intéresserons d'abord aux causes de l'arrivée des voitures autonomes pour pouvoir proposer des éléments de réponse à ces interrogations.

Ainsi, ce concept de véhicule autonome serait une solution proposée à un problème aussi vieux que la naissance de l'automobile elle-même ; la mortalité sur les routes. En effet, il est à savoir que 93% des accidents de la route en France sont liés en partie au comportement humain. Quatre majeurs comportements déviants et causes sont ainsi identifiés ; la consommation d'alcool au volant, la distraction de conducteur, l'utilisation du téléphone portable et le sommeil. Pour remédier à cela et dans l'idée de réduire cette mortalité, le gouvernement français ne cesse de prendre des mesures et de prodiguer des lois allant dans ce sens. Parmi ses principales, nous retrouvons en 1973 une loi rendant la ceinture de sécurité obligatoire et des premières règles de limitations de vitesse. En 1983, des mesures concernant l'abus d'alcool, suivi en 1990 de la limitation de vitesse à 50 kilomètres par heure des véhicules en ville avant de voir à partir de 2002 le lancement d'implantation massif de radars de contrôle. À la suite de ses mesures des résultats ont alors été constatés. En effet, en 40 ans, entre la première loi de 1973 et 2013 le nombre de personnes tuées sur les routes en France a été divisé par 5 passant de 15 469 à 3 268 morts, selon les données statistiques de l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2019). Cela est d'autant plus spectaculaire que le nombre de kilomètres totales parcourus a été multiplié par 10 pour arriver à 725 milliards en France en 2013. Les routes françaises sont ainsi beaucoup plus sûres aujourd'hui qu'en 1973. Cependant, en 2017 et malgré des derniers efforts en sécurité routière entrées en vigueur, la France a encore perdu 3 448 (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2019). Jusqu'ici, la même question demeure, comment l'état peut-il davantage

réduire la mortalité routière ? Cette question de sécurité routière concernant les véhicules de demain a été jugée primordiale à traiter par la population de l'enquête qui approuve son importance avec plus de 94% d'individus lui accordant une note supérieure à 7/10 dont 44.6% pour la note de 10/10 (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.11). Cette même question de sécurité a d'autant plus été jugée primante sur le plaisir de conduire avec 93.4% des individus en accord avec cette dernière idée (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.10). Dans ce sens, différentes pistes sont alors exploitées comme l'amélioration de la qualité des routes ; sanctionner davantage les conducteurs enfreignant les lois, poursuivre le progrès technique en matière de sécurité ou encore sensibiliser les jeunes sur les dangers de la route. Cependant, même malgré ses mesures, il y aura toujours certains mauvais comportements de conducteurs pour en menacer la vie d'autres. Une autre solution plus pragmatique cette fois, pourrait alors résider dans le fait de supprimer tout simplement les conducteurs.

De plus, en reprenant cette idée de logique d'innovation, nous avons déjà observé qu'il n'y a guère d'autre innovation majeure dans le domaine de l'automobile. Le moteur électrique est une invention vieille de plus de cent ans. De fait, seule la technologie peut permettre aux constructeurs d'évoluer véritablement vers de nouveaux avantages différentiels. Elle permettra aussi, de retrouver dans l'automobile un nouveau souffle et des sources de profits. Ce à quoi travaillent actuellement divers promoteurs comme Google, Tesla, PSA ou Volvo par exemple.

I.2) L'intelligence artificielle comme recours logique

Cette solution pragmatique pour rendre le transport routier plus sûr serait de remplacer les conducteurs par des intelligences artificielles à bord des voitures. Ainsi, en théorie si la technologie est maîtrisée elle serait en mesure d'éviter 100% des accidents de la route liés aux déviations du comportement humain. Les taux de mortalité en France pourraient alors tourner autour de 241 personnes par an selon une estimation sur les chiffres de 2017 (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2019). Les seules causes de mortalités seraient alors externes, liées à un dysfonctionnement mécanique, obstacle imprévu ou collision inévitable. Pour appuyer ces propos, les résultats de l'enquête indiquent que 58.7% de la population pourrait faire confiance à une intelligence artificielle pour les transporter (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.8). L'idée qu'une voiture autonome serait en mesure d'assurer correctement les tâches d'un conducteur classique semble se reprendre, très spécialement chez les jeunes. Ils seraient également 56.5% d'entre eux prêts à utiliser un service de voiture

autonome s'il était disponible aujourd'hui (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.7). De plus, un ordinateur embarqué nécessite un temps infime pour réagir alors qu'un humain en règle générale dispose d'une seconde de temps de réaction. L'idée d'une si forte diminution de la mortalité sur les routes va dans le sens d'un progrès social, car une baisse de cette mortalité s'inscrit dans un idéal collectif. Ainsi, théoriquement si à terme les voitures autonomes sont programmées correctement, elles pourraient dans ce sens, constituer une innovation technologique à la source d'un progrès pour les individus de la société. Cette innovation s'inscrit dans une *logique* « *d'évolution vers un résultat satisfaisant et but idéal* » (Dictionnaire de français Larousse 2019). Il est donc cohérent de la retrouver parmi les propositions d'une certaine industrie maîtrisant ses composants essentiels ; dont notamment ses programmes d'intelligences artificielles.

Nous retrouvons ainsi ces acteurs du numérique disposant de l'élément-clef de la voiture autonome. Ils détiennent toutes les données, maîtrisent le Machine Learning. Google, quant à lui en plus de développer ses propres Lidars, dispose déjà même de l'un des plus grands et plus fiables services de GPS et cartographie en ligne basé sur Google Maps. Les GAFAM sont donc les leaders en puissance de ce marché par la nature de leur activité mais également les leaders actuels de par leurs intérêts et moyens engagés pour la voiture autonome. Ils ont donc une avance considérable sur tous les autres promoteurs ayant des prétentions pour les véhicules autonomes. Cependant, même si ces technologies sont en quelque sorte signées de ces géants du numérique américain, les GAFAM ne comptent pas dans leurs corps de métier la production et la commercialisation de véhicule à grande échelle. Ils n'ont ni même l'intention de racheter des constructeurs classiques pour leurs activités sur le marché. Leur ambition pour la voiture autonome est bel et bien différente, il s'agit pour eux à termes de « *développer et commercialiser tous ces systèmes d'intelligences embarquées, et de pouvoir ensuite proposer autour de ces plates-formes des services d'info-divertissements* » (Constructeurs vs GAFA : qui prendra les commandes de la voiture du futur - Pascal MALOTTI, 2018). Nous commençons à percevoir, l'idée d'une partition de la voiture autonome, que pourrait se partager GAFAM, constructeurs automobiles et équipementiers.

I.3) Les GAFAM, promoteurs clefs aux origines de l'innovation

Connaissant les éléments-clefs, objectifs de la voiture autonome et les rôles que chacun peut y jouer dans le secteur, nous allons pouvoir nous intéresser plus profondément à ces divers

promoteurs. Nous pouvons ainsi les classer selon quatre grandes catégories : Les GAFAM, les constructeurs classiques, les équipementiers automobiles et les sociétés de services et Start-up. Nous étudierons chacune de ces catégories en portant attention à ses principaux acteurs. Il sera intéressant, d'identifier leurs intentions, leurs raisons et leurs projets actuels concernant les véhicules autonomes. En quelque sorte, il s'agit de faire l'état de leurs avancées pour comprendre leur objectif. Nous commencerons ici naturellement par les GAFAM, aux origines de cette innovation et autres géants du numérique.

Ainsi, Google Apple Facebook Amazon et Microsoft, emmené par Google sont pour l'instant les acteurs centraux du domaine de la voiture autonome. Ils ont largement été identifiés par l'enquête comme les marques les plus connues pour avoir des projets en matière de voiture autonome avec 70.7% d'individus ayant entendus parlés de Google pour ses projets, 34.8% pour Apple et 25% pour Microsoft (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.9). Les GAFAM détiennent les programmes d'intelligences artificielles et parient sur une « *stratégie de rupture avec une mise sur le marché le plus vite possible des véhicules de niveau 4* ». (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018) Cette vision disruptive, que partagent ces géants du numérique est soutenue par de moyens considérables en recherches et budgets alloués à la voiture autonome, en comparaison aux constructeurs automobiles. Nous allons analyser alors chacun d'entre eux.

- Google (Waymo) : C'est l'acteur le plus avancé et le plus médiatisé en matière de voiture autonome. Il est également celui qui a reçu le plus de votes lors de l'enquête avec 70.7% (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.9). Lancé en 2009, le programme de véhicules autonomes de l'organisation est à l'origine de l'engouement soudain de tous les promoteurs pour l'émergence de ce nouveau marché. En effet, dès 2010 l'entreprise a annoncé avoir conçu un véhicule qui avait parcouru 225 000 kilomètres en conditions réelles, sans que le conducteur ait eu à intervenir en Californie. L'entreprise a totalisé plusieurs millions de kilomètres depuis quelques années pour entraîner ses programmes d'intelligences artificielles. Ainsi, en 2016 la firme a annoncé avoir atteint le prestigieux niveau 4 d'autonomie grâce aux multitudes de données accumulées par les voitures de niveau 3 au fil du temps. Il s'agit d'un 1.2 million de kilomètres d'informations qui ont ainsi pu être transférées pour les prototypes de niveau 4. Google est alors l'entreprise qui a engrangé le plus de kilomètres parcourus dans des environnements différents, urbains ou non et en présence de situations complexes. Cette même année,

l'entreprise a scindé ses activités concernant le développement à grande échelle de véhicules autonomes en créant Waymo, sa filiale exclusive du domaine, renforçant ainsi ses prétentions de leader sur le marché. Nous rappelons également que l'entreprise a développé ses propres capteurs numériques ; les lidars, se rendant encore plus autonome dans la production de tels véhicules. En 2018, Waymo a passé commande de 82 000 véhicules sur les prochaines années, dont notamment 62 000 imposantes Fiat-Chrysler Pacifica, et est également en discussion avec Nissan/Renault. Parallèlement, pour s'imposer dans toutes les disciplines, la firme continue l'exploitation et le développement de son logiciel d'info traitement : Android Auto. L'entreprise a également commencé à embaucher de manière significative du personnel ce qui traduit ses ambitions. Actuellement, Waymo teste toujours ses véhicules et se prépare à un premier lancement commercial dans la région de Phoenix aux États-Unis. Elle a également lancé une application baptisée : Waymo One, qui prépare un lancement de service de transport autonome. Bien que les échéances de ses lancements initiales au public aient été repoussées, l'entreprise demeure en matière de voitures autonomes, un acteur des plus considéré et sérieux qui continue de communiquer sur son site officiel, toutes ses avancées (Site officiel de Waymo).

- Apple : Ce qui peut être affirmé avec certitude chez cet acteur, est qu'il ne communique beaucoup moins sur ses activités en matière de voitures autonomes. Ses intentions n'en sont cependant pas moindres. L'entreprise a cultivé un secret autour d'un grand projet nommé « Titan », dont les rumeurs faisaient état d'un développement de véhicule sans conducteur. En 2016, il semblerait qu'Apple ait fait face à des difficultés qui auraient freiné ses ambitions. Cependant, l'intérêt de l'entreprise pour la voiture autonome ne se serait pas estompé. Tim COOK son dirigeant, a ainsi déclaré lors d'une interview à Bloomberg que « *la voiture autonome pouvait être considérée comme une finalité des projets d'intelligence artificielle et qu'il est l'un des projets les plus complexes sur lesquels Apple œuvre* » (Tim COOK Says Apple Focused on Autonomous Systems in Cars Push – Bloomberg, 2017). Ainsi, autour du secret absolu pour ses projets de voitures autonomes, il semble que l'entreprise ait renoncé à la partie industrielle de la voiture autonome pour se concentrer sur le développement des programmes d'intelligence artificielle et logiciel de pilotages. La firme possède elle aussi son propre système

d'info traitement : CarPlay. Ces changements vont dans le sens d'une nouvelle de la stratégie, qui semble plus à présent s'orienter vers le développement d'un système de conduite autonome et ses dérivés que de la production de voiture de marque Apple.

- Facebook : Cet acteur n'a pas dévoilé de projet de production de véhicules autonomes à proprement parler, mais compte bien également participer à cette course au développement. L'intelligence artificielle est au cœur du développement et de l'intérêt chez Facebook et son fondateur Marck ZUCKERBERG. L'entreprise, compte au travers de ses programmes s'installer et équiper des voitures autonomes. Elle compte développer davantage l'aspect divertissement et profitable des passagers à bord de la voiture, puisqu'elle ne sera plus à conduire. Dans ce secteur Facebook, souhaite se spécialiser dans le développement de programmes d'intelligence artificielle de divertissement et d'aide qui seront utiles aux constructeurs au sein de leur véhicules autonome à venir.

- Amazon : Les projets d'Amazon en matière de voitures autonomes sont assez semblables que ceux de Facebook. Le groupe serait en train de travailler sur des projets afin d'explorer les possibilités offertes par cette innovation. Il n'est pas question de production de véhicules, mais bien en proposition de programmes et d'équipements liés à l'intelligence artificielle concernant les services fournis aux passagers. Ainsi, un accord a été récemment trouvé avec Volkswagen et Ford, qui a décidé d'intégrer dans ses véhicules l'assistant vocal Alexa, créé par la division intelligence artificielle du groupe. Cependant, le groupe explore également un tout autre différent type application de cette technologie, en lien direct avec ses services : la livraison. En effet, bien qu'il ne soit pas encore envisageable pour des véhicules autonomes de garantir des livraisons, Amazon compte poursuivre sa logique de transport de biens par des automates allant au-delà de l'utilisation de drones. L'entreprise poursuit sa politique de contrôler et d'optimiser sa chaîne de valeur. La voiture autonome est donc envisagée comme une technologie en mesure de mieux rentabiliser la rapidité et le coût d'une livraison.

- Microsoft : Ici encore, cet acteur n'envisage pas la production mais bien l'équipement en matière d'intelligence artificielle pour les voitures autonomes. Il est le dernier des GAFAM à avoir revendiqué de l'intérêt pour le secteur. Il le dévoile

désormais en annonçant des partenariats avec des constructeurs classiques comme avec Volvo ou Renault-Nissan. En effet, le groupe coopère avec des producteurs de véhicules en proposant ses services connectés qui reposent sur sa plateforme Microsoft Azure. L'entreprise prend part à la course en souhaite développer certaines fonctionnalités d'assistance à la conduite. Ces services peuvent également aller dans le sens d'améliorer l'expérience du passager à bord du véhicule. Par exemple en adaptant son casque de réalité augmentée, à l'usage de l'automobile.

Nous pouvons également identifier un autre géant du numérique, chinois cette fois en tant que promoteur méritant de l'attention pour ses activités autour de la voiture autonome.

- Baidu : Cet acteur asiatique est en quelque sorte l'équivalent de Google dans cette région du monde. Le moteur de recherche chinois a concrétisé ses premières intentions en matière de voiture autonome en s'associant avec le constructeur BMW pour élaborer des prototypes. Baidu, à l'image de Google, souhaite également produire lui-même ses propres véhicules. Son ambition dans le secteur est grande, il a dévoilé une stratégie de production de masse de ce type de véhicule. L'entreprise a précisé travailler sur le développement à grande échelle de minibus autonomes de niveau 4, qui pourront être déployés sur des sites touristiques.

Dans cette idée d'établir une liste plus conséquente des principaux acteurs du secteur des véhicules autonomes, nous regroupons en Annexe 1 et 2 respectivement le Tableau récapitulatif des avancées technologiques et partenariats des différents acteurs de la voiture autonome ainsi que la mise à jour du Tableau des actualités et objectifs des acteurs de la voiture autonome.

Ces géants du numérique, ont été les pionniers de la révolution de la voiture autonome. Ils sont les plus avancés du secteur car ils disposent de la technologie indispensable et essence même de la voiture autonome : l'intelligence artificielle. Ce sont les acteurs centraux avec lesquels, les autres promoteurs ayant des projets en matière de voiture autonome devront s'associer pour avoir accès aux données et programmes recherchés. La plupart, hormis Google et Baidu n'ont pas vocation à construire des véhicules ou de racheter des constructeurs, mais ils comptent bien s'imposer en les équipant de leurs technologies. Qu'ils s'agissent aussi bien de

programmes d'intelligences artificielles de conduite ou ceux destinés à l'expérience des passagers à bord.

II) LES ACTEURS DE LA COURSE AU DEVELOPPEMENT DE LA VOITURE AUTONOME

II.1) Les constructeurs automobiles, ne souhaitant pas se faire distancer

Les GAFAM ne sont cependant pas les seuls à avoir de sérieux projets de développement de voitures autonomes et à en faire circuler actuellement. Les constructeurs automobiles, qu'ils soient jeunes ou historiques ont bien pris en considération l'émergence de ce nouveau marché et l'importance de ne pas se laisser distancer. Ne maîtrisant que très peu l'intelligence artificielle, nous les retrouvons souvent associés avec des firmes qui disposent de ces moyens. Nous énumérerons ici ses plus sérieux constructeurs en termes de voiture autonomes et leurs stratégies sur le marché.

- **Tesla** : S'il en est un qui a su se faire connaître pour ses intentions, c'est bien Tesla. Dans notre enquête, il est le second acteur connu pour ses projets dans le secteur avec 59.8% des votes (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.9). En effet, l'entreprise est en avance par rapport à ses semblables sur le développement de voitures autonomes, même s'il est en quelque sorte un acteur « isolé » qui fait figure d'exception chez les constructeurs. Le jeune groupe subit probablement la même médiatisation que Google en ce qui concerne ses projets de véhicules autonomes. Cela est sans doute dû aux annonces et prédictions jugées quelque peu extravagantes de la part de son directeur Elon MUSK. Cependant des avancées son bel et bien constatables et la firme fait partie d'une des plus optimistes en matière d'échéance sur le marché. En effet, en 2016 l'entreprise a annoncé sur son site officiel que « *tous les nouveaux véhicules produits sont dotés du matériel qui sera nécessaire dans le futur pour profiter d'une conduite entièrement autonome dans presque toutes les situations* » (Site officiel de Tesla). Les modèles produits aujourd'hui sont en effet équipés de huit caméras, quinze capteurs à ultrasons et d'un radar permettant une vision à 360 degrés autour du véhicule. Tesla est ainsi isolé dans le sens où il reste

relativement autonome dans le développement de ses voitures et ne sollicite que très peu les entreprises de technologies numériques. Il développe lui-même son système d'autopilotage en collaboration avec NVidia, son fournisseur d'ordinateur de bord avec des capacités de conduite automatique, mais également Bosch pour ses capteurs numériques. Il est également le seul acteur qui développe des véhicules sans utiliser le Lidar sur le marché en faisant confiance au reste des capteurs disponibles. Cependant, l'entreprise a dû faire face à plusieurs événements mettant à mal sa réputation, dont plusieurs accidents mortels mettant en cause son autopilote et sans doute aussi ses excès de confiance. Cela a également contribué à raviver l'inquiétude des détracteurs autour de la conduite automatique. La firme reste néanmoins très déterminée à devenir le premier constructeur à commercialiser un modèle d'autonomie de niveau 4 et continue d'équiper ses derniers modèles pour la conduite autonome.

- Nissan/Renault : L'alliance française-japonaise a porté beaucoup d'intérêt aux voitures autonomes. Cependant après l'essai de quelques prototypes en 2015 trop peu concluant, le groupe a annoncé s'associer et avoir signé un partenariat avec Google et Waymo pour la production et commercialisation de véhicules de niveau 4. Le groupe a reconnu ne pas disposer des technologies nécessaires en termes d'intelligence artificielle et souhaite désormais fournir le véhicule en lui-même pour être armé par le géant américain. Le projet de taxi autonome de Waymo pourrait ainsi utiliser des véhicules Nissan produit par l'alliance française-japonaise. En effet, dans le sens cette innovation, chacun a besoin des technologies et compétences de l'autre. Créer un service de taxi autonome demande ces ressources technologiques et financières considérables que les plus grosses sociétés jugent utiles de s'associer.
- Ford : Cet acteur s'est révélé sur la scène des voitures autonomes en annonçant, dès 2015 son engouement dans le secteur en annonçant son « Smart Mobility plan ». L'idée du constructeur était de promouvoir l'innovation au travers des véhicules autonomes. Dans cette vision le constructeur a lancé Argo, sa filiale spécialisée pour développer un service de conduite sans chauffeur. Cependant, Ford reste un acteur très prudent et ses prédictions de commercialisation ne se sont pas avérées avant 2021 avec un niveau 3 d'autonomie.

- Volvo : L'intérêt principal du constructeur pour les voitures autonomes réside dans toute la supposée sécurité qu'elle serait en mesure d'apporter. Du moins, l'apport de sécurité est la stratégie utilisée par la marque pour promouvoir ses projets. Volvo souhaite en effet voir disparaître définitivement la mortalité à bord de ses véhicules. Il a aussi annoncé qu'il serait également prêt à endosser la responsabilité de tous les accidents qu'un véhicule autonome pourrait causer. En 2017, l'entreprise a lancé le projet « Drive Me » qui consiste à distribuer cent prototypes autonomes de niveau 3 à des citoyens suédois pour en tirer des leçons. Cet acteur reste donc très prudent pour éviter un possible déploiement prématuré à grande échelle de véhicules qui ne seraient pas sûrs.
- PSA (Peugeot Citroën) : L'autre acteur français est également présent sur la scène des voitures autonomes. En effet, le groupe compte accélérer son développement dans le secteur avec des prévisions de véhicules de niveau 3 pour 2024. Il développe actuellement son programme AVA : « *Autonome vehicule for All* » selon le site du constructeur, dans le but de produire et démocratiser ce type de véhicule (Site officiel de PSA).
- Toyota : Cet acteur a investi lourdement dans la recherche au développement d'un véhicule autonome à l'horizon 2021. Conscient de ne pas être en mesure d'y parvenir seule, l'entreprise est à la recherche de partenariat pour développer les systèmes d'assistances à la conduite basés sur les données. Toyota travaille ainsi avec des entreprises technologiques comme avec Intel et des équipementiers comme Ericsson et Denso.
- BMW : L'acteur allemand a choisi comme partenaire pour développer ses véhicules autonomes les compétences du géant du numérique chinois Baidu. En effet, en plus de l'alliance directement faite avec ses concurrents Audi et Daimler pour le rachat commun d'HERE, le système de cartographie de Nokia et l'un des seuls concurrents de celui de Google, BMW a également signé un partenariat avec Intel. L'objectif était de se passer du système de cartographie que propose le géant américain. L'entreprise, en s'entourant de tous ces fournisseurs de technologies indispensables, souhaite obtenir toutes les cartes en mains pour devenir un acteur sérieux de la

course au développement de la voiture autonome. C'est dans ce sens que l'entreprise a dévoilé son prototype iNEXT de véhicule sans chauffeur pour une conduite autonome de niveau 3.

- Audi (Volkswagen Group) : Ce deuxième constructeur allemand compte commercialiser à grande échelle son système "Audi Piloted Driving", déjà intégré dans ses berlines haut-de-gamme. L'entreprise teste actuellement ses véhicules aux Etats-Unis avec l'acquisition du système HERE. Ce rachat a lui aussi été effectué dans une volonté d'indépendance vis-à-vis des GAFAM et de Google. L'entreprise a communiqué au travers de son prototype l'Audi AI:ME avoir développé un véhicule autonome de niveau 3. Cela reflète l'ambition du groupe pour le secteur et démontre que la conduite autonome s'inscrit dans sa stratégie pour les véhicules à venir.
- Mercedes-Benz (Daimler) : Ce dernier acteur allemand s'est fait connaître sur le marché des véhicules autonomes grâce à ses démonstrations de ses prototypes et concept cars lors de salons automobiles. Il joue sur l'image de luxe de ses véhicules pour se différencier et souhaite proposer dans un futur proche des voitures haut de gamme de niveau 3. Il dispose lui aussi du système de cartographie HERE dans l'idée de poursuivre ses développements. L'entreprise a également manifesté des intentions pour des services de véhicule taxi de luxe autonome.

(Voir plus en Annexe 1 et 2)

Les idées qui ressortent de cette partie sont que les constructeurs automobiles sont bien engagés dans la course au développement des véhicules autonomes. Ils ne souhaitent pas se faire distancer et rester dans cette dynamique d'innovation. Il serait un retard conséquent que de passer à côté d'une opportunité de développement et de plancher à des premiers prototypes des années après ses concurrents. On observe que ces premières voitures autonomes issues des constructeurs, ne correspondent en général pas encore au niveau d'autonomie 4 ultimement recherché, mais l'idée va dans ce sens. L'objectif est ici de commercialiser dans un premier temps des véhicules de niveau 2 et 3 principalement. Ils seront alors en mesure de circuler en autonomie sur des voies bien définies dans des conditions particulières, avec l'omniprésence

d'un conducteur averti. De plus, nous observons de nombreux partenariats liant les constructeurs aux entreprises maîtrisant les algorithmes d'intelligence artificielle, à but diriger le véhicule mais aussi en s'intéressant au développement du confort numérique à bord. Les équipementiers et autres entreprises technologiques font également l'objet de partenariats en tant que producteurs des capteurs numériques et ordinateurs embarqués. Face à la complexité que représente la production et la commercialisation d'un véhicule autonome fiable, se partagent de compétences semblent être la solution logique pour maîtriser ses coûts et envisager des échéances sur le marché à moyen terme.

II.2) Les équipementiers en reconversion

Dans l'idée du développement de cette invention, les équipementiers du secteur automobile ont bien saisi les enjeux que représente l'arrivée des véhicules autonomes. Bien qu'ils n'aient, comme certains des géants du numérique, pas l'intention de produire de telles voitures, ils souhaitent bien pour autant davantage les équiper. Les équipementiers, qui fournissent habituellement les pneumatiques, les systèmes d'éclairage, de confort et une grande partie de l'électronique embarquée pourraient, avec l'émergence des voitures sans chauffeurs faire évoluer leur rapport de forces avec les constructeurs classiques. En effet, en plus de ces équipements indispensables à l'armement d'un véhicule, les équipementiers s'intéressent de plus en plus à la production et commercialisation des différents capteurs numériques mais également pour certain ambitieux au développement d'intelligence artificielle guidant les voitures à venir. Parmi ces principaux acteurs nous retrouvons les suivants.

- Bosch : Cet acteur allemand est connu pour être l'un des principaux fournisseurs de pièces automobiles de rang mondial. L'entreprise travaille actuellement en autonomie autour du développement d'un dispositif d'intelligence artificielle destiné à la conduite en autonomie, en plus des ordinateurs de bords et capteurs numériques pour les véhicules. Acteur relativement discret du secteur, il n'en reste pas moins considéré et a annoncé avoir consacré plus de deux milliers d'ingénieurs à son virage stratégique pour les voitures sans chauffeurs. Bosch compte déjà de très gros clients comme Google et Tesla et a assuré entièrement la transformation de véhicules autonomes de niveau 4 pour le compte de cette dernière entreprise.

- NVidia : Cet équipementier a mis son savoir-faire au service des autres acteurs de la voiture autonome en signant de nombreux partenariats et fournissant des entreprises comme Tesla BMW, Ford et Volvo. NVidia a développé un ordinateur de bord intelligent du nom de « NVidia Drive PX2 » dans l'idée de poursuivre son programme « DRIVE » dédié aux voitures autonomes et connectées.
- Valeo : Cet acteur français présente de grande ambition pour l'équipement de voitures autonomes. Il s'est spécialisé dans le développement des capteurs numériques et dispose même de ses propres véhicules autonomes circulants à son nom dont le prototype Drive4U. L'acteur est considéré comme un potentiel fournisseur sérieux en termes de production de capteurs de sécurité de bonne qualité. Son objectif est de devenir un des leaders de la fourniture d'équipements pour les voitures sans chauffeurs et d'être reconnu de par la performance de ses équipements fabriqués en France.
- Aptiv (Delphi) : Cet acteur irlandais est un fournisseur surprenant du milieu de la conduite intelligente. En effet, il est connu pour son ambitieux lancement aux États-Unis, d'un service de transport commercial en partenariat avec Lyft pour des véhicules autonomes équipés par la firme. Aptiv s'est spécialisé dans l'équipement des véhicules sans chauffeur et ce partenariat en est bien la preuve de ce qu'il souhaite apporter.

(Voir plus en Annexe 1 et 2)

Dans un sens les équipementiers ont bien pris en considération l'émergence du secteur des voitures autonomes et souhaitent eux aussi participer et tirer profit de leur développement. Jusqu'à présent, dans l'industrie automobile le constructeur est l'acteur principal et impose majoritairement ses volontés. L'arrivée sur le marché de ces nouveaux composants à produire telles les caméras, capteurs à ultrasons radars et lidars représentent des leviers permettant d'indexer le rapport de forces entre équipementiers et constructeurs. Ces fournisseurs de composants commencent à se rendre indispensables et collaborent avec divers promoteurs de la voiture autonome. Il s'agit de constructeurs pour fournir la voiture en elle-même comme avec les GAFAM mais également des sociétés de services de transport comme Lyft. Il semble donc

que les alliances entre ces différents acteurs soient stratégiques dans le milieu de la voiture autonome. L'intérêt des équipementiers est alors de préparer l'intégration en série des composants essentiels aux futurs véhicules et en même temps d'entraîner encore cette innovation.

II.3) Les sociétés de services et leurs efforts

Un dernier grand type de promoteur que nous allons étudier ici est les sociétés de services de transport. En effet, ce type d'entreprise est directement concerné par l'arrivée et le développement de véhicules autonomes dans l'idée où ils sont en mesure de révolutionner pleinement leur activité principale. En effet, l'implication et le rôle d'un chauffeur à bord d'un VTC (Véhicule de Tourisme avec Chauffeur) ou taxi par exemple est plus qu'essentiel. Il manœuvre et est responsable de son véhicule, le remplacer par une intelligence artificielle, peut représenter pour les entreprises l'employant des enjeux en termes de coût, de sécurité et de confort à bord. Quelques principales entreprises intéressées sont les suivantes.

- Uber : Cette start-up qui a récemment fait l'objet d'une introduction en bourse, affichait un discours assez ambitieux par rapport à l'utilisation à venir de tels véhicules. Elle est d'ailleurs bien considérée par les répondants de l'enquête avec 22.8% des individus ayant connaissance des implications de l'entreprise dans le secteur (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.9). Ses ambitions se sont concrétisées notamment par le partenariat établi avec Ford pour un prototype mais aussi par le rachat d'une partie de Bing Maps dans l'optique de développer de meilleures technologies de cartographie et d'imagerie. Uber a également embauché des ingénieurs sortants de Microsoft pour leurs compétences en matière d'intelligence artificielle. Les activités de l'entreprise ont été fortement perturbées par une collision mortelle avec un piéton mais Uber continue néanmoins d'accumuler les kilomètres de test parcourus pour ses véhicules et communique régulièrement sur ses avancées technologiques. La recherche de l'entreprise allouée au développement des services de transports autonomes soulève également une polémique. Celle de voir disparaître les emplois de ses chauffeurs au profit de l'optimisation du service.

- Lyft : Comme vu précédemment cet acteur est en partenariat avec l'équipementier Aptiv. L'entreprise souhaite développer une flotte de voitures autonomes pour son service de transport. Dans cette idée elle a annoncé avoir créé avec General Motors une entreprise dédiée à sa recherche et développement. Des essais sont actuellement en cours aux États-Unis.

(Voir plus en Annexe 1 et 2)

Ainsi, le domaine des VTC et sociétés de services de transports sont les entreprises qui peuvent être les plus affectées par une mutation du secteur automobile au travers de la voiture autonome car elle transforme son organisation et principe de base. En effet, le concept se base sur le principe qu'un conducteur partage son propre véhicule et le manœuvre au bon vouloir d'un passager. L'arrivée de la voiture autonome perturbe cette notion de propriété du véhicule. Les entreprises comme Uber devront revoir leur stratégie et acquérir une flotte pour continuer de proposer un service de transport sans chauffeur. Si les véhicules autonomes se révèlent fiables, ils pourraient permettre une meilleure optimisation du service. En termes de qualité de conduite, de temps, de disponibilité et de divertissement à bord. C'est donc un grand enjeu pour ce type d'entreprise que de prévoir l'arrivée de tels véhicules.

Dans cette course au développement de la voiture autonome nous pouvons également mentionner quelques start-up honorables pour leurs activités en tant que promoteur. Nous trouvons ainsi Cruise qui a été acquis par General Motors qui se veut concurrencer les systèmes de Google. Mais également Zoox qui a réalisé une importante levée de fonds pour ses recherches avec des ambitions pour 2020 et Aurora. Cette dernière a été fondée par des anciens cadres et ingénieurs des projets de voitures autonomes de Google et Tesla. La start-up a déjà attiré de potentiels clients tels que Hyundai-Kia et le groupe Volkswagen. Ses start-up sont beaucoup moins couvertes médiatiquement que les autres promoteurs du secteur et leur communication se fait plus discrète. Pour cette raison, il est difficile d'évaluer les progrès et avancées réalisés. Une chose est sûre, elles ont également fait le choix stratégique de l'alliance avec des constructeurs, équipementier ou GAFAM pour partager leurs connaissances et mener à bien leurs objectifs.

III) LES RAISONS LOGIQUES DU DEVELOPPEMENT DE CETTE INNOVATION PROMULGUEES

III.1) Raisons sociétales

Ayant bien identifié quels sont les différents types de promoteurs de la voiture autonome, nous chercherons dans cette partie à en comprendre ses avantages sur les plans sociétales, écologiques et économique. L'idée est de comprendre si cette innovation technologique est capable de véhiculer un progrès sous une ou plusieurs de ses trois grandes formes ; technologique, économique ou social. Nous essayerons de prendre en considération, le plus possible de facteurs que les voitures autonomes pourront être en mesure d'affecter. Pour ses évolutions et durant toutes les parties suivantes, nous nous baserons sur des voitures autonomes de niveau 4, indépendantes d'un chauffeur.

Ainsi, il est légitime de s'interroger sur les apports bénéfiques que pourrait apporter des véhicules autonomes pour la société. Comme nous l'avons étudié dans une partie précédente concernant la raison d'un besoin d'innovation dans le secteur de l'automobile, la voiture autonome est une proposition qui a d'abord été amenée pour répondre à des problématiques de sécurité sur les routes. En effet c'est l'apport le plus significatif que promet la voiture sans conducteur. Sachant que 93% des accidents de la route en France sont dus en partie au comportement des conducteurs, une intelligence artificielle suffisamment développée serait en mesure d'améliorer la situation. Un ordinateur, ne peut en effet éprouver les faiblesses du comportement humain comme la fatigue, l'impatience la déconcentration ou l'état d'ébriété. De même, à l'égal d'un bon conducteur en parfaite situation, la voiture autonome reste toujours plus efficace. Il n'y a donc plus d'angles morts, grâce à tous ses capteurs couvrant ses alentours de près et de loin à 360 degrés. La voiture dispose ainsi de beaucoup plus d'informations qu'un être humain qui doit compter que sur ses deux yeux au champ de vision de 180 degrés et les traite instantanément. Contrairement à l'humain qui peut apprendre de leurs erreurs, les véhicules sans chauffeurs peuvent apprendre leurs erreurs de tous les autres véhicules intelligents avec lesquels ils sont connectés et donc se perfectionner sans cesse. A l'aide du partage de localisation et de communication entre véhicules connectés par Internet, une voiture peut ainsi savoir en amont qu'elle en croisera une autre à un temps et lieu très précis. Enfin, malgré tous ses apports en cas de collision inévitables, par défaillance technique par exemple,

la voiture est en mesure d'anticiper et de réagir plus vite que l'homme. Elle pourra prévoir l'impact et réagir en conséquence en resserrant les ceintures de sécurité ou préparer le déclenchement des airbags par exemple. Elle sera également en mesure de prévenir les secours directement en signalant une position GPS précise. Nous rappelons que la sécurité des véhicules de demain est considérée comme primordiale par 96% de la population de l'enquête (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.11).

L'apport en sécurité n'est pas seulement la grande promesse promue des véhicules intelligents pour la société. Le second réside dans la réduction des temps de trajet et la diminution entraînée des embouteillages. La voiture autonome a donc pour objectif de pouvoir fluidifier la circulation et de permettre à plus de véhicules de circuler sur une même infrastructure. Bien que ce point soit encore largement discuté, notamment chez les détracteurs, la voiture autonome pourrait permettre une amélioration de la fluidité du trafic. Il est de cette même façon bien encouragé dans l'enquête avec 58.7% de la population en accord avec cette idée (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.13). En 2018, rien que sur la ville de Paris, les automobilistes ont perdu en moyenne 237 heures dans les embouteillages. Nous rappelons les bouchons dits « en accordéons » trouvent leurs origines dans le comportement des humains qui freinent leur véhicule en considérant un danger. Tout cela se répercute alors et entraîne le freinage sur les véhicules suivant jusqu'à l'arrêt complet du trafic. Du fait de la communication entre voitures connectées, une amélioration de la fluidité de ce trafic peut être envisagée. Les voitures seront en mesure de redémarrer simultanément à un feu tricolore par exemple, supprimant le temps de réaction des humains ou encore discuter les questions de priorité rapidement lorsque le trafic s'intensifie et que le besoin de changer de voie s'impose. De même, dans une très courte hypothèse que les véhicules autonomes envahiront les routes de demain, il pourrait être envisagé une plausible suppression des limitations de vitesses et des économies d'échelles à prendre en compte sur les panneaux de signalisation. Une voiture autonome, sera également en mesure de prendre son passager à un endroit préalablement défini pour ensuite le déposer et aller se gager toute seule. Ceci entraînant un gain de temps considérable et éliminant le problème que tout propriétaire de voiture connaît bien, celui de trouver un endroit de stationnement.

Troisième point sur lequel la voiture autonome est attendue est l'élargissement de la population qui pourra utiliser un véhicule en autonomie. En France en 2017, 39,9 millions de français possédaient le permis de conduire soit 83.3% de la population de plus de 18 ans, selon les sources de l'Observatoire français de la sécurité routière (Observatoire national interministériel

de la sécurité routière, 2019). Une voiture autonome, qui par définition n'a plus besoin d'être conduite, pourra alors être utilisée légalement par tous les français responsables de leur mobilité. La population va pouvoir ainsi s'élargir car le service de transport sera accessible aux personnes handicapées, trop âgées ou trop jeunes et ne disposant pas de permis de conduire. Bien évidemment ces hypothèses sont purement théoriques et ne prennent pas en compte l'aspect financier potentiellement considérable que représente l'affectation ou la possession d'un tel véhicule.

Enfin, l'idée qu'il n'y ait plus à piloter le véhicule ouvre la voie de la créativité pour les promoteurs d'occuper ses passagers à bord. En effet, le temps de trajet pourra ne plus être perdu et se voir rentabiliser en diverses occupations. Les passagers pourront ainsi par exemple dormir, travailler ou se divertir grâce aux plateformes intelligences développées spécialement pour ce nouveau type de véhicule. C'est ce à quoi travaille Facebook par exemple.

Ainsi, les innovations techniques permettent d'envisager une meilleure gestion de la société grâce à l'automatisation permise par l'intelligence artificielle. Les avantages clefs promulgués par les promoteurs de la voiture autonomes sont la promesse d'une meilleure sécurité routière, la réduction notable du temps de trajet et d'embouteillages, l'élargissement de la population pouvant utiliser ce type de véhicules et l'optimisation et récupération du temps de trajet à bord. Ces arguments représentent en quelque sorte la légitimité et logique de l'innovation et leurs raisons à la développer d'un point de vue social.

III.2) Raisons écologiques

S'il est un point sur lequel tout le monde semble en accord est que le développement des futures technologies des modes de transport routier doit s'inscrire dans des innovations plus écologiques. En effet, la voiture autonome au travers de ses promoteurs avance plusieurs arguments en faveur d'une meilleure protection de l'environnement.

Les véhicules sans chauffeur promettent ainsi un style de conduite plus linéaire et fluide. Il est alors envisageable qu'ils puissent réaliser des économies en carburant, grâce à cette consommation inférieure par rapport aux véhicules classiques. De même, il est connu que l'effet d'aspiration dans le secteur de l'automobile permet d'économiser près de 25% de consommation de carburant. Le principe de cet effet fonctionne lorsqu'un véhicule suit de près un autre ce qui diminue fortement la résistance à l'air et est en quelque sorte entraîné dans l'élan

du premier. Les voitures autonomes seront tout à fait capables de rouler les unes derrière les autres en se synchronisant profitant ainsi de cet effet dans les moindres risques. De même, il est fortement possible que les promoteurs s'orientent davantage vers le développement de voitures autonomes entièrement électriques à l'image de ce que Tesla propose aujourd'hui. Nous rappelons que l'importance de la gestion des problèmes de pollution pour les véhicules à venir a été jugée primordiale par la population de l'enquête avec 91.4% de la population en accord avec cette idée (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.12). L'idée émerge également chez les promoteurs de réaliser des économies en matières premières sur des composants comme le châssis ou la carrosserie. Cette intention repose sur le fait que les voitures sont censées être plus fiables et donc ne plus causer d'accident. Elles auront alors besoin de moins de protections, ce qui entraînera des économies en production de matières premières et de dépenses énergétiques. En étant plus légères elles nécessiteront également moins d'alimentation pour circuler. Il est à rappeler ici qu'actuellement 10% des émissions de gaz à effet de serre produit par une véhicule classique sur sa durée de vie totale, sont libérés lors de sa production. Cependant, cette idée ne peut être séduisante uniquement si les voitures autonomes sont fiables en toutes les situations et n'entraînent plus de mortalité sur les routes. Cela n'est en aucun cas possible aujourd'hui et ne semble pas l'être également pour les années à venir. C'est une idée largement critiquée par les détracteurs de la voiture autonome avec raison. Nous rappelons que si 93% des accidents de la route sont dus au comportement humain, 7% proviennent encore du véhicule en lui-même, comme une défaillance de freins par exemple.

Enfin, comme le souligne Jean Louis MISSIKA, la voiture autonome n'a de sens que si elle est partagée, car elle peut fonctionner sans cesse toute la journée (Interview : Voiture autonome : qui gagnera la bataille entre les GAFAs et les constructeurs historiques - Olivier HARMANT & Jean Louis MISSIKA, 2019). En effet, un tel véhicule facilite grandement la mise en place de covoiturage et de partage. Elle facilite et optimise donc le trajet de chaque utilisateur selon leur localisation et destination puisqu'elles disposent de toutes les informations nécessaires, calculées depuis l'intelligence artificielle. Les économies sont donc réalisées en émissions de gaz rejetés, puisqu'il nécessite moins de véhicules. Les répondants de l'enquête sont également prêts à utiliser un service de voiture autonome s'il était disponible aujourd'hui avec 56.5% des résultats allant dans ce sens (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.7).

Ainsi, les promoteurs de la voiture autonome apportent des raisons écologiques à cette innovation. L'argument principal en est la consommation inférieure due, à un style de conduite plus adapté et à l'effet d'aspiration mieux maîtrisé. Elle permet également de mettre en avant

des services de covoiturage en optimisant pour chacun les trajets, ce qui entraîne naturellement une diminution du nombre de véhicules en circulation.

III.3) Raisons économiques

C'est sur ce dernier plan que les promoteurs de la voiture autonome apportent des arguments. En effet, ce type de véhicule peut faire valoir certains atouts économiques à grande et plus petite échelle. Il est en mesure de permettre la réalisation d'économies mais crée également de nouveaux marchés.

La première raison économique que nous pouvons citer est que la voiture autonome donne en quelque sorte un second souffle au secteur automobile et constitue une source de développement et d'innovation vers laquelle se diriger. En effet, le fait de participer au développement de ces véhicules est en quelque sorte une nouvelle stratégie pour une entreprise et développe une vision à long terme. Elle est certes très nécessiteuse en moyens financiers de recherches et également en temps mais est prometteuse. Nous l'avons vu, la technologie et l'innovation sont des sources de profits dans le secteur de l'automobile et peuvent permettre aux constructeurs de se distinguer en évoluant vers divers avantages concurrentiels. Le développement des technologies dédiées au confort et au service à bord est également une nouvelle source de profits pour les entreprises. Il s'agira de proposer des divertissements et distractions encore jamais ou peu vue dans les véhicules, pour occuper le conducteur libre de toutes tâches de conduite. Cela non sans ouvrir la porte aux services payants et à toutes publicités.

De même pour un Etat, les accidents de voitures sont très couteux du point de vue des dommages collatéraux qu'ils peuvent entraîner. En effet, lors d'une collision l'Etat français doit prendre à sa charge les frais médicaux et hospitalisations pour les personnes blessées, les dommages matériels sur les voies et chaussées, les dommages sur les infrastructures routières, et les frais juridiques engagés etc. A cela, nous pouvons ajouter les autres frais indirects comme les retards, les embouteillages causés et de façon plus générale la dégradation de la qualité de vie pour les habitants. La voiture autonome, en diminuant ce nombre d'accidents, présente ainsi des opportunités pour un pays comme la France en matière de réalisations d'économies. De même, si ce type de véhicule se révèle très performant, un Etat pourra également réaliser des économies sur la signalisation et l'ensemble des infrastructures routières.

A plus petite échelle concernant l'individu, une voiture autonome représentera sans doute un investissement initial considérable dans les premiers temps. Nous pourrions alors voir émerger des services de transport autonome, à l'image de ce que souhaite développer Uber par exemple. L'idée est de payer ainsi le déplacement mais plus la machine. La voiture autonome pourra également ouvrir la voie à une diminution des prix en matière d'assurance pour les personnes souhaitant posséder leur propre véhicule. Cela pourra également mener à une redéfinition complète du concept d'assurance en lui-même concernant les voitures intelligentes.

Ainsi, la voiture autonome est présentée comme offrant des avantages économiques à différentes échelles. Il s'agit d'opportunités de développement considérables pour les différents acteurs du milieu ; des économies à réaliser pour les gouvernements qui l'autorisent, des économies d'échelles pour les promoteurs mais aussi pour les automobilistes classiques.

IV) UNE REDEFINITION DE LA MOBILITE ENTRAINEE PAR LA VOITURE AUTONOME

IV.1) Des conceptions différentes du progrès en lien à la voiture autonome

Des diverses stratégies employées des promoteurs de la voiture autonome et raisons logiques développées se traduisent chez ses acteurs des conceptions différents du progrès en lien à cette innovation. Nous identifions alors deux stratégies bien distinctes pour l'implémentation de la voiture autonome. Les constructeurs automobiles sont prudents et adoptent cette technologie au fur et à mesure tandis que les géants du numérique tentent d'acquérir l'autonomie maximale visant à rompre le marché de l'automobile classique. Nous étudierons ici les visions générales de ces acteurs du milieu pour en comprendre leur positionnement.

En effet, selon l'auteur Jean Louis MISSIKA « *les constructeurs historiques parient sur une adoption progressive et maîtrisée de la robotisation ; les nouveaux entrants parient sur la rupture et la mise sur le marché le plus vite possible des véhicules entièrement automatisés* » (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018). C'est ainsi que se distinguent deux visions bien différentes ; une vision disruptive emmenée par les GAFAM et Tesla voulant créer une vraie rupture de marché en proposant des véhicules autonomes de niveau 4, et une vision progressive

du développement de l'innovation plus prudente des constructeurs comme Audi ou Volvo. Ces deux stratégies contradictoires nous amènent à nous interroger sur le devenir de la voiture autonome et la façon dont il est le plus cohérent de la développer dans le sens du progrès. Doit-elle est amenée par des entreprises innovantes maîtrisant ses composants essentiels ou bien par les acteurs anciens et reconnus du domaine automobile implémentant à chaque fois un peu plus d'autonomie à ses véhicules. Selon Bernard MEUNIER, il est difficile de dissocier innovation et recherche fondamentale de haut niveau. L'innovation découlerait alors de cette dernière (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). L'idée que l'on peut traduire ici est que les entreprises ayant effectuées ce travail indispensable de recherche et de développement sont les seuls capables d'apporter de l'innovation dans le secteur. Les GAFAM maîtrisant l'intelligence artificielle comprennent ainsi comment fonctionne l'innovation et sont les plus aptes à proposer de tels véhicules aujourd'hui. Il en est de même pour Tesla qui n'agit pas comme un constructeur classique mais propose une stratégie de rupture comme vision de développement. C'est dans ce sens que Google et Tesla sont les deux entreprises actuellement les plus avancées du domaine et qui ont atteint le niveau d'autonomie 4 en phases de (Annexe 1). Dans cette course à la voiture autonome, nous sommes passés d'une « *économie d'entraînement centralisé et programmé à un enjeu de développement bien plus important incluant davantage d'intervenants économiques* » comme les start-up par exemple selon les propos de, Marie-Vorgan LE BARZIC (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). La voiture autonome, est devenue pour chacun de ses acteurs un enjeu de responsabilité sociale à promouvoir. Il s'agit pour chacun d'entre eux de savoir si ce qu'il propose est uniquement financier ou bien une valeur de long terme qui apporte un progrès et un bien-être.

Selon MISSIKA, la création de valeur la plus importante dans la voiture autonome provient de son système d'exploitation, sa gestion de base de données et algorithmes de commande (Interview : Voiture autonome : qui gagnera la bataille entre les GAFAM et les constructeurs historiques - Olivier HARMANT & Jean Louis MISSIKA, 2019). Il s'agit des tâches liées à l'intelligence artificielle. Elles sont complexes pour les constructeurs classiques qui nécessitent des alliances avec les entreprises les maîtrisant pour pouvoir développer des véhicules autonomes. Les acteurs développant ces technologies sont donc au centre de l'innovation et en détiennent les clefs. C'est également un point positif pour les équipementiers automobiles qui souhaitent fournir ces nouveaux équipements. L'intelligence artificielle et la partie numériques

du véhicule sont donc essentielles et redonnent du pouvoir et un rôle à jouer aux acteurs secondaires sur secteur automobile, comme l'équipementier Valeo par exemple. L'auteur rappelle également que la Chine et les États-Unis sont les pays les plus en avance sur l'intelligence artificielle et la robotisation des véhicules. Il indique « *Tous retards ou contraintes supplémentaires causées par des réglementations tatillonnes, par des procédures administratives alourdies condamneraient définitivement l'industrie européenne.* » (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018). Il évoque le risque que ce développement ne se fasse pas en Europe du aux retards législatifs et manque d'autorisations. Il trouve que la situation est déséquilibrée, et rappelle que la Convention de Vienne qui règlement internationalement la production de véhicules n'est pas signée ni par la Chine ni par les États-Unis.

On distingue ici deux visions différentes au sein des promoteurs de la voiture autonome. On identifie alors une vision disruptive, souhaitant amminé un progrès par un changement radical et soudain dans l'industrie automobile, opposée à une vision plus progressiste désirant voir s'installer la technologie progressivement et par paliers. Les géants du numérique, équipementiers, sociétés de services, Tesla et quelques start-up partagent cette vision d'une révolution dans le secteur, tandis que les constructeurs classiques ont plus tendance à suivre le cours de l'évolution. Ces positionnements ne sont pas forcément les souhaits des entreprises, mais des réponses logiques en lien avec leurs savoir-faire et les compétences qu'elles possèdent dans leur domaine. Il se trouve que dans le secteur de la voiture autonome les compétences clés sont celles en intelligences artificielles, ce qui donne un avantage dans cette course aux entreprises s'y intéressant.

IV.2) La mutation de l'industrie automobile et l'évolution de ses acteurs en perspective

Selon les différentes formes d'établissement et de diffusion que peut prendre la voiture autonome, elle est en mesure d'entraîner une redéfinition de la mobilité et les métiers même au sein du secteur automobile. « *Le véhicule autonome va affecter l'ensemble des concepts de mobilité. La notion de transport elle-même va être modifiée. Auparavant toujours associée à un opérateur humain, elle va se retrouver aux mains des machines seules* » (Véhicules autonomes : Ne ratons pas la révolution. - Alexandre Houle & Levy-Heidman, 2017). Ainsi, le concept en lui-même de véhicule personnel peut être interrogé en questionnant la logique apportée par cette

innovation. Les acteurs peuvent ainsi évoluer vers de nouveaux rôles et adopter une nouvelle stratégie de positionnement pour la voiture autonome.

En effet, les promoteurs de la voiture autonome s'accordent à dire que le développement de ce type d'innovation est en mesure de révolutionner l'industrie automobile et de redéfinir la mobilité des automobilistes. Tout cela passe au travers d'un changement de mentalité et des modes de consommation. Il est à savoir qu'en moyenne chez les français une voiture est utilisée 33 minutes par jour, ce qui donne en convention 2.3% du temps total d'une journée. Une voiture représente donc une charge mensuelle inutile à 97.7% du temps rappelle Frédéric MAZZELLA (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). Dès l'apparition des premières automobiles, la tendance a toujours été d'en être propriétaire, et la possession le véhicule s'est révélée être en quelque sorte un objectif social. Aujourd'hui cette mentalité s'est quelque peu dissipée. Les répondants de l'enquête jugent qu'être propriétaire d'un véhicule n'est plus si important que cela en accordant une note médiane de 6/10 à cette idée (Résultats d'analyse de terrain – Annexe 4.5). Cependant de nombreux particuliers achètent des voitures pour leur utilisation personnelle.

Ainsi, l'idée promulguée par certains promoteurs de la voiture autonome comme Thiemo LANG ou MUSSEAU ou encore Alexandre HOULE serait que le développement d'une industrie de services de transport à partir de flotte de véhicules autonomes de niveau 4, pourrait entraîner une réduction conséquente des achats de voitures personnelles et conduire à un changement de mode de consommation. Le secteur muterait donc progressivement d'une industrie de biens à une industrie de services. Les véhicules seront alors propriétés d'entreprises de transport spécialisées, comme le souhaite devenir Uber ou Lyft. Comme le souligne MISSIKA, « *avec les voitures autonomes à venir c'est la possibilité de reconquérir l'espace public et de l'ouvrir à une vie collective plus agréable. C'est la fin de la voiture personnelle pour le début des sociétés de services* » (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018). Il soutient l'idée que la mobilité en tant que service deviendra dominante voire même exclusive puisqu'un véhicule autonome n'ayant que pour limite son carburant disponible, n'est censé que s'il est partagé. Un véhicule partagé, comme le sont actuellement ceux de BlaBlaCar permet une optimisation du temps de possession de la voiture en fonction des besoins.

Dans ce sens les principaux acteurs du milieu peuvent alors évoluer. Nous l'avons étudié, les composants d'une voiture classique ne sont plus les éléments les plus coûteux. L'intelligence artificielle et les capteurs numériques sont les nouveaux éléments au cœur de la voiture

autonome. Les équipementiers automobiles, entreprises de technologies et géants du numérique proposent ainsi des solutions pour fournir et équiper ces nouveaux éléments. Des plateformes comme Here, tentent de concurrencer le service de cartographie pour voiture autonome proposé par Google. Nous identifions bien ici qu'il y a une course au développement entre constructeurs classiques, géants du numérique et équipementiers. Cette course prend plus de perspectives entre géants du numérique et les équipementiers automobiles classiques pour devenir les nouveaux équipementiers des voitures autonomes produites par les constructeurs historiques. Les GAFAM comme Amazon ou Microsoft souhaitent équiper les véhicules de leurs technologies, chose que souhaitent également des équipementiers classiques comme Valeo ou Ericsson. Google est également en concurrence avec NVidia qui souhaite développer un programme d'intelligence artificielle. Ainsi, les entreprises pouvant fournir ces éléments technologiques indispensables à la voiture intelligente peuvent avoir un effet de levier sur l'ensemble de l'industrie. Selon l'idée de Thiemo LANG « *l'industrie est en plein changement et passe à une majorité d'éléments électroniques pour la production des nouveaux véhicules, tout cela entraîne donc d'importants changements pour les acteurs du secteur automobile* » (Rising currents are lifting EVs to new heights - Thiemo Lang & Pieter Busscher, 2018).

Ainsi, dans l'industrie automobile il existait deux principales catégories d'acteurs : les constructeurs et les équipementiers. Chacun avait leur rôle bien défini. L'un assemblant le véhicule, l'autre fournissant ses équipements. Jusqu'à présent le rapport de forces est en faveur des constructeurs mais cette nouvelle structuration qu'apporte la voiture autonome transforme complètement le secteur. Dès lors nous pouvons voir émerger alors quatre nouveaux types d'industries pour la production et commercialisation de la voiture autonome. Il se distingue désormais l'industrie du constructeur classique qui design, produit et assemble la voiture, l'industrie de l'intelligence artificielle qui fournit les systèmes et programmes d'automatisation et de commande du véhicule, l'industrie des services aux passagers fournissant du divertissement à bord et l'industrie de la connectivité concernant les 5 types de capteurs numériques étudiés plus haut. Nous pouvons ainsi observer ainsi le positionnement de chacun de ses acteurs dans le graphique en Annexe 3. Nous comprenons à présent mieux le rôle que chacun peut jouer au sein du secteur de la voiture autonome. De ce tableau ressort également le rôle central que Google tient dans le domaine, il est présent depuis le début sur les 4 différents segments.

Nous avons étudié ici que le concept de la voiture autonome se prête aisément à une redéfinition de la mobilité, en le rendant accessible à tous et en s'acquittant de la notion de

propriété de véhicule. Il semblerait désormais que les sociétés de services ne soient plus un acteur du secteur des voitures autonomes mais en quelque sorte la finalité du service recherché. Les acteurs qui suivent ce sens de la logique de l'innovation se distinguent et se positionnent sur une industrie. Ils suivent leurs domaines de compétences et ajustent leur savoir-faire en conséquence. Qu'il soit de la production du véhicule, de l'intelligence artificielle, des capteurs numériques ou des services à bord, chacun tente de proposer une technologie. Comme il n'y a pas encore de voitures autonomes de niveau 4 sur le marché, nous ne pouvons pas parler de concurrence tout de suite. Les acteurs ont d'abord des objectifs correspondant à leurs industries, puis s'allient et partagent leurs technologies pour arriver à leurs fins.

IV.3) La cohérence de la technologie dans la définition du progrès

Selon MISSIKA, « à la fin du 19ème siècle, le progrès était l'arrivée des routes dans les villes pour les voitures. Au 20ème, elles se sont ouvertes davantage et les villes ont été faites pour les voitures. Désormais, il s'agit maintenant de l'inverse, on lutte contre la pollution, l'affût de véhicules et le bruit engendré » (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018). Ainsi, le concept de technologie et d'innovation n'entraîne pas dans tous les cas quelconque progrès. Comme le souligne Daniel COHEN, dans l'histoire certaines innovations n'ont pas entraîné de bien-être social. Au début du 19ème siècle la machine à vapeur a entraîné la pauvreté de la classe sociale des ouvriers. Dans l'autre sens, comme avec la deuxième révolution industrielle on retrouve une cohérence en progrès technique et social avec l'arrivée de l'électricité et l'augmentation des salaires et donc du confort. Une innovation technologique peut donc présenter une opposition entre une grande déstructuration ou une symbiose avec progrès économique et social (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). Il s'agira donc dans cette partie d'analyser la cohérence de la voiture autonome pour un progrès économique et social.

Dans le domaine des voitures autonomes, l'innovation se traduit par la conception d'un véhicule guidé par l'intelligence artificielle, capable de surpasser l'homme en termes de conduite. Elle répondrait alors aux problèmes rencontrés actuellement sur les routes et satisferait les raisons des promoteurs évoquées plus haut. Cette innovation sera alors en théorie capable d'engendrer un progrès technologique, économique et social. Ainsi, de l'industrie automobile que nous connaissons actuellement est née de grandes externalités négatives. Nous

avons vu apparaître la pollution, l'afflux sur les routes et les accidents. Les véhicules intelligents se positionnent ainsi comme une innovation de rupture, qui est susceptible d'apporter des solutions à ses problèmes. Elle entraîne par ce fait des perturbations sur les anciens acteurs du secteur, en en faisant entrer de nouveaux et en redéfinissant les rôles que chacun peut jouer. En la tournant dans le sens d'une économie de services, de nouvelles sources de profits peuvent alors être envisagées et de nouveaux modèles économiques sont à attendre. Nous l'avons étudié chez les raisons des promoteurs, dans la mesure où l'innovation est correctement maîtrisée, elle est susceptible d'être bénéfique pour l'ensemble de la société et entraînera une diminution des externalités négatives de l'industrie automobile classique. Cette idée que la voiture partagée est source de progrès social est défendue par Frédéric MAZZELA, à l'origine de BlaBlaCar qui défend l'idée qu'un véhicule classique n'est que trop peu utilisé par rapport à son coût face aux autres moyens de transport (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). Pour lui, la nature de fonctionnement et l'économie de la voiture est très différente car elle est indépendante de grands acteurs centraux ; chacun possède sa propre voiture. L'arrivée des sociétés de services, au travers des voitures autonomes permet de rationaliser son usage et permet d'optimiser le remplissage et le fonctionnement des véhicules. C'est dans ce sens que les sociétés de services et voitures autonomes sont proposées pour entremêler progrès technologique économique et social.

Ainsi, la voiture autonome fait intervenir des technologies différentes comme l'intelligence artificielle, les bases de données, les capteurs numériques et la connectivité. Une fois couplées, on crée alors un au travers de la voiture autonome une innovation et des technologies de partage de services, qui étaient individuelles. Selon Marie-Vorgan LE BRAZIC, « *nous sommes alors passés d'une industrie centralisée et programmée à des enjeux économiques et sociaux où émergent beaucoup plus d'intervenants économiques qui se saisissent de ces opportunités et responsabilités sociales* » (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). De ces opportunités, il reste à savoir si les acteurs du domaine souhaitent en exploiter l'aspect financier pour générer du profit, en ne proposant que des innovations mineures dans l'automatisation des véhicules ou bien générer une valeur à long terme et proposer un réel progrès dans l'automobile.

Cette innovation semble ainsi pouvoir véhiculer le progrès. Le 3 août 2016, le conseil des ministres de l'Etat français s'est penché sur la question et a jugé au travers de son Contre rendu les véhicules autonomes comme « *une étape incontournable vers une mobilité apaisée,*

une régulation et une sécurisation des trafics, et des transports plus efficaces et plus respectueux de l'environnement. Ils constituent l'avenir de l'industrie automobile. Le véhicule à délégation de conduite représente également une piste de progrès prometteuse pour la sécurité routière. Le véhicule autonome contribuera aux actions préventives réalisées par le Gouvernement pour sauver des vies et réduire le nombre de blessés sur les routes ». (Compte rendu du Conseil des ministres du 3 août 2016 - Expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, 2016). L'Etat s'est alors engagé aux côtés des promoteurs de cette innovation et croit au potentiel de la technologie. Cette ordonnance est non sans rassurer les entreprises françaises comme Valeo qui s'étaient déjà engagées dans le développement des voitures intelligentes. Comme le rappelle Gérard KARSENTI, il est important que l'Etat encadre et développe les innovations ayant une logique du progrès, car ces dernières amènent à quelque chose de meilleur pour la société à condition qu'elles soient accompagnées (Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences, 2016). D'autant plus que la diffusion économique d'une technologie met de moins en moins de temps à se faire.

V) LES DANGERS ET LIMITES DE CETTE INNOVATION

V.1) Une technologie encore limitée, qui peine à séduire

Dans l'univers de la voiture autonome, il n'y a pas que des promoteurs. Quelques études scientifiques et spécialistes du secteur s'affichent en détracteurs de cette technologie et avancent divers arguments et raisons. Il sera alors intéressant dans cette partie d'en étudier les principaux. Nous observerons ses obstacles au développement et à la commercialisation et exploiterons toujours cette idée de logique de l'innovation.

Ainsi, le véhicule autonome se prête assez bien au modèle du Gartner Hype Cycle et fait l'objet de nombreuses discussions à son propos (Gartner Hype Cycle, 2019). En effet, ce modèle développé par le cabinet de conseil et d'expertise Gartner, théorise l'évolution d'une nouvelle technologie sur le marché. Il compare ainsi, les attentes du marché en fonction du temps de développement d'un produit. On remarque que sur ce graphique, une technologie passe par un sommet de l'attente exagérée (*Peak of Inflated Expectations*) aux prémices de son développement. Il s'en suit alors un creux de la désillusion (*Trough of Disillusionment*). C'est alors qu'après ces deux réactions non rationnelles opposées qu'émerge la « *slope of*

enlightenment » soit les attentes les plus probables et plus modérées (Gartner Hype Cycle, 2019) et Annexe 5. Les véhicules autonomes sont passés par ses étapes ont semblé avoir atteint cette considération plus rationnelle en 2018. Ainsi, selon le modèle de Gartner, une innovation passe par trois étapes majeures, un pic d'attente optimiste puis pessimiste face aux temps que prend le développement avant d'atteindre des prévisions plus rationnelles et modérées. La voiture autonome est sortie rassurément de cette phase pessimiste mais l'arrivée de la commercialisation de cette technologie n'est pas encore au goût du jour.

Ainsi, si l'avenir dessiné par les apports de la voiture autonomes est prometteur elle ne doit pas être pour autant une utopie. En effet, la technologie est encore loin d'être mature et impose actuellement à ses acteurs de grandes prises de risques à plusieurs niveaux. En effet, s'engager dans le développement d'une des quatre industries de la voiture autonome nécessite des moyens financiers considérables à engager. De même, une fois cet obstacle financier passé elle apporte un tas de toutes autres questions et problématiques, comme les responsabilités juridiques et questions philosophiques sur les litiges à traiter en cas d'accident. De même, une mutation de l'industrie n'est pas possible à court terme. Si la commercialisation des voitures autonomes et de ses services est un fait à venir, nous verrions alors dans un premier temps des périodes où cohabiteront voitures guidées par l'intelligence et d'autres par les hommes, entraînant des situations complexes. Cette même plausible mutation économique d'un système automobile de consommation de masse vers une industrie de services imposera en profondeur de nombreuses modifications des habitudes, des lois et d'un système tout entier. Des consommateurs, il peut exister également de nombreux obstacles et freins à la commercialisation, tels que l'acceptation de se faire conduire par une intelligence artificielle, et le plaisir de conduire qui n'est plus accessible.

De même, les autres arguments engagés sont ceux de la valeur financière qu'elles coûteront. Elles seront en effet difficiles et chères à produire pour les acteurs y participants. Cela est dû à l'utilisation de métaux rares, des capteurs et notamment du lidar et du système d'exploitation intelligent qui sont des technologies très coûteuses. Il est estimé qu'en plus du prix du véhicule, un modèle automatisé imposerait un coût à rajouter compris entre 20 000 et 100 000 euros. De plus, même en prenant en compte l'idée qu'elles peuvent être électriques, elles resteront très polluantes à construire, du fait de l'exploitation de ces métaux rares indispensables aux technologies informatiques qui sont omniprésentes.

Ainsi, face à une reprise de conscience et des attentes et considérations plus rationnelles avec le temps qu'illustre le modèle du Hype Cycle en Annexe 5 (Gartner Hype Cycle, 2019),

certaines promoteurs qui figurent parmi les plus engagés ont modéré leurs enthousiasmes suscités par l'innovation. C'est le cas de Volvo qui estime irresponsable de faire circuler actuellement des véhicules autonomes sur les routes publiques alors que la technologie n'est pas encore au point. De même, avec la venue des premiers accidents mortels de la route impliquant de véhicules autonomes, le sentiment de reconsidérer les risques s'est répandu. Les doutes exprimés pour l'industrie restent aussi surtout liés à cette question d'allocation de budgets conséquents qu'impose un changement de mode de consommation et de production de l'automobile. En revanche un danger demeure ; renoncer en partie à continuer le développement de la voiture autonome est prendre le risque de s'en remettre aux géants du numérique comme Google pour se procurer les programmes d'intelligences artificielles. Il est l'acteur qui dispose de l'avance la plus considérable dans cette industrie et continue d'entraîner ses algorithmes et ses véhicules tous les jours. Un retard de développement trop important pour les constructeurs automobiles les condamnerait à devenir les sobres fournisseurs d'une industrie exploitée par des géants comme Google où les bénéfices seront issus des nouvelles technologies contrôlant les véhicules.

V.2) Les raisons de sécurité routière et pour le consommateur

Les promoteurs de la voiture autonome assurent que cette innovation aura un impact conséquent sur la sécurité routière et entrainera une baisse du taux de mortalité et du nombre d'accidents sur les routes. Cependant bien qu'elle ne soit pas encore commercialisée, le véhicule sans conducteur a déjà causé nombre accidents dont plusieurs impliquant la mort d'automobilistes. D'autres septiques, à l'image de Harvey ROSENFELD, s'expriment quant à l'idée que cette technologie présente des risques réels et négligés pour les consommateurs en termes de responsabilité notamment (Self-Driving Vehicles, the Threat to Consumers Harvey ROSENFELD, 2017).

Un impératif est évident, la sécurité est primordiale et aucun acteur de la voiture autonome ne doit prendre le risque de commercialiser un véhicule pas assez fiable qui pourrait entraîner un accident mortel. Cela provoquerait un fort ralentissement au sein même du secteur et l'industrie souffrirait alors d'une image très négative. Le problème, est que l'image des voitures autonomes a déjà été impacté plusieurs fois car avant même sa plausible commercialisation elle est déjà mise en cause pour plusieurs accidents mortels. Il est ainsi difficile d'effectuer une liste exhaustive des accidents impliquants des véhicules autonomes mais nous pouvons à titre

d'exemples citer les suivants. Le prototype Volvo CX90 en phase de test sous la direction d'Uber a causé le décès d'une femme cycliste en la renversant de nuit. L'intelligence artificielle n'a pas su réagir en conséquence. Le constructeur Tesla est l'entreprise investie qui souffre le plus d'accidents dans le secteur. En effet, deux accidents mortels impliquant la mort des conducteurs sont survenus aux États-Unis. En 2016 les caméras de la voiture ont été aveuglé lorsqu'un semi-remorque avait coupé une route. Le second accident de mars 2018 est d'autant plus grave car il ne s'est pas produit lors d'une des phases tests du constructeur mais à bord d'une voiture autonome de niveau 3 commercialisée. Nous rappelons ici que Tesla est le seul acteur qui a fait le choix de se passer de Lidars pour l'équipement de ses voitures. Un choix qui peut être discutable. D'autres accidents survenus depuis le début des première phases tests ont entraîné des dégâts matériels. En 2018, un véhicule Waymo s'est accroché à un bus lors d'un changement de voie, perturbé par une zone de travaux. Nous dénombrons comme cela environs une trentaine d'incidents mineurs pour l'entreprise. Ainsi, au fur et à mesure les acteurs ont pris conscience des risques réels de l'industrie et les promesses d'arrivées rapides sur le marché de véhicules entièrement autonomes se sont dissipées pour laisser place à plus de maturité de leur technologie. Les véhicules autonomes en tests actuelles nécessitent davantage une circulation encadrée et une législation adaptée.

Harvey ROSENFELD, au travers de son étude : « Self-Driving Vehicles, the Threat to Consumers » alerte également sur d'autres risques de sécurité concernant le consommateur. Elle y dévoile les dangers négligés par les promoteurs des véhicules autonomes sur des risques indirectement liés. Elle met en avant notamment le fait qu'elle présente des failles en termes de sécurité numérique. Nous pouvons ainsi y lire dans le rapport : « *Le piratage de véhicules automatisés et entièrement autonomes, allant de la contrebande à l'homicide, en passant par l'enlèvement et la séquestration, pourrait faciliter un large éventail d'actes criminels. Une attaque systémique contre le réseau routier intelligent pourrait entraîner des pertes catastrophiques en vies humaines et, en orchestrant les embouteillages, paralyser littéralement le commerce, avec de graves répercussions financières.* » (Self-Driving Vehicles, the Threat to Consumers Harvey ROSENFELD, 2017). Cela est non sans rassurer, si en effet le piratage de ce type de véhicule est possible. Le rapport mentionne également d'autres dangers pour le consommateur en termes des responsabilités encore floues en cas d'accident et des démarches administratives par les assurances. « *La détermination de la faute et l'indemnisation des dommages corporels et matériels sont du ressort des tribunaux* » (Self-Driving Vehicles, the

Threat to Consumers Harvey ROSENFELD, 2017). Les lois pour les voitures autonomes ne sont pas encore claires et il s'agit pour l'instant d'étudier chaque accident au cas par cas.

Ainsi, malgré les promesses des promoteurs de la voiture autonome cette technologie avant même l'arrivée sur le marché des véhicules de niveaux 4 soulève des inquiétudes au niveau de sa sécurité qu'elle est censée faire bénéficier. Des accidents mortels sont survenus au cours des tests qui révèlent des problèmes de sûreté. Le développement de cette innovation apporte même également de nouveaux défis et interrogations comme la possibilité de cyberattaques ou la notion de responsabilité civile. Le secteur automobile depuis son apparition présente ainsi des dangers, même avec la considération des véhicules intelligents à venir, il ne demeurera jamais sans risques. Cela est davantage marqué lors des phases de développement que nous côtoyons de nos jours.

V.3) Les raisons juridiques

Un tout autre obstacle, juridique cette fois-ci est mis en avant des détracteurs de la voiture autonome. Dans cette partie, nous analyserons la loi internationale et française pour les voitures sans conducteur, et verrons en quoi elle est actuellement un obstacle à leur développement.

En effet, bien que le compte rendu du Conseil des ministres du 3 août 2016 soit favorable à « *l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques* » (Compte rendu du Conseil des ministres du 3 août 2016 - Expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, 2016). En l'état actuel, la législation internationale ne facilite pas son développement. En effet, à cette échelle, c'est la Convention de Vienne sur la circulation routière de 1968 qui désire « *faciliter la circulation routière internationale et accroître la sécurité sur les routes grâce à l'adoption de règles uniformes de circulation* » (Convention sur la circulation routière conclue à Vienne le 8 novembre 1968, 2018). Cette convention stipule au travers de son article 8.1 que « *tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur* ». Dans ce sens, les véhicules autonomes de niveaux 4 ne sont donc pas autorisés à entrer en circulation sur les voies publiques. Un conducteur doit obligatoirement se tenir aux commandes du véhicule pour le superviser et en être responsable. Un système autonome et une intelligence artificielle, au regard de cette convention ne peut être considéré comme un conducteur.

Cependant, à l'échelle française, conscient du potentiel de l'innovation et du risque de prendre un retard technologique irrattrapable dans le domaine, la législation est en train d'évoluer vers une approche plus favorable. L'idée est d'encadrer leur déploiement de ce type de véhicule à grande échelle. On observe alors des ordonnances facilitant leurs expérimentations. C'est le cas de l'Ordonnance n° 2016-1057 de 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques. Son article 1 stipule ainsi « *la circulation à des fins expérimentales d'un véhicule à délégation partielle ou totale de conduite sur une voie ouverte à la circulation publique est subordonnée à la délivrance d'une autorisation destinée à assurer la sécurité du déroulement de l'expérimentation* » (Ordonnance n° 2016-1057 du 3 août 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques – Article 1, 2016). Il faut ensuite obtenir des autorisations préfectorales et des plaques d'immatriculation adaptées pour les voitures permettant des essais encadrés.

Ainsi, à l'échelle internationale, la Convention de Vienne relative à la circulation routière et traitant notamment du rôle du conducteur, régleme les tests à grandeur nature des voitures autonomes. N'étant pas ratifiée ni par la Chine ni par les États-Unis, les pays les plus en avance ; elle crée un retard de développement de l'innovation sur le territoire européen. La France, consciente de l'importance de ne pas se laisser dépasser, autorise et régleme ainsi des expérimentations de ce type de véhicules. Cependant, l'inadéquation de la réglementation, la complexité et lenteur de son système administratif nuit toujours à la rapidité du développement de l'innovation. Selon MISSIKA p176 : « *Tous retards ou contraintes supplémentaires causées par des réglementations tatillonnes, par des procédures administratives alourdies condamneraient définitivement l'industrie européenne.* » (Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies - Jean-Louis MISSIKA & Pierre MUSSEAU, 2018), et est donc urgent d'uniformer la législation à l'échelle européenne.

VI) LES BESOINS D'ETHIQUE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPLIQUEE

VI.1) Les choix moraux en cas de collision inévitable

S'il y a bien un point sur lequel les détracteurs de la voiture autonome s'accordent est en rapport avec les dilemmes éthiques que peut soulever une intelligence artificielle aux commandes d'un véhicule. Il s'agit ici d'appliquer à l'intelligence artificielle le troisième concept de MINSKY des « *processus mentaux de haut niveau* », à savoir « *le raisonnement critique* » (Marvin Lee MINSKY, 1956). En effet, bien que les véhicules autonomes soient censés garantir une nette sécurité sur la route dans leur comportement face à celui des humains il n'en demeure pas moins qu'en cas de défaillance technique, un véhicule, même autonome ne répondant plus restera toujours un véhicule incontrôlable et dangereux. C'est pourquoi comme très souvent dans le domaine de l'intelligence artificielle, on retrouve un besoin d'apports en éthique humaine dont très spécifiquement dans le secteur automobile.

C'est dans ce sens qu'une étude indépendante dirigée par Iyad RAHWAN, Jean-François BONNEFON et Azim SHARIFF s'est penchée sur ces dilemmes moraux en cas de collision inévitable (The Moral Machine experiment, 2016). L'enquête intitulée « Moral Machine » a ainsi deux objectifs. Le premier étant de « *construire une image de l'opinion humaine sur la façon avec laquelle les machines doivent prendre des décisions lorsqu'elles sont confrontées à des dilemmes moraux* » et également de « *rassembler et débattre des potentiels scénarios à conséquence morale* » (The Moral Machine experiment, 2016). En d'autres termes, au travers d'un questionnaire interactif de 13 dilemmes, une situation où un véhicule autonome hors de contrôle est présenté, il s'agit donc pour le répondant d'établir et de sélectionner le scénario qui lui paraît être le plus moral. Fait surprenant, des critères sociaux ont été intégrés dans l'enquête. Les chercheurs considèrent que les choix des véhicules pourront éventuellement prendre en compte ses critères. Ainsi, nous retrouvons des questions qui peuvent être perturbantes au premier abord qui nous demande par exemple s'il est plus moral de privilégier un homme d'affaires ou un sans domicile fixe en cas de défaillance de freins. D'après l'enquête, c'est le genre de question que doivent d'abord se poser les humains qui programment ces voitures. C'est un problème d'ordre éthique et pour y répondre, ces chercheurs ont consulté plus de 2 millions de répondants dans 233 pays et territoires. L'idée en est ainsi de se baser sur les

réponses majoritaires pour établir ensuite un ordre de préférence. Selon l'enquête, 3 caractéristiques communes à l'ensemble de la population issue de ces 233 territoires ont pour l'instant été identifiées (The Moral Machine experiment, 2016) :

- Les humains sont privilégiés aux animaux
- Le nombre minimal de victimes est préféré
- Les personnes les plus jeunes sont plus souvent épargnées que les personnes âgées

L'enquête, souligne également des variations culturelles selon les emplacements géographiques. En France par exemple, les femmes sont plus volontiers sauvées qu'aux États-Unis. Au Moyen Orient et en Asie, le statut social est moins considéré et on épargne plus souvent les personnes d'un âge avancé. En Amérique du Sud et Europe c'est le contraire, les jeunes sont favorisés et le statut social importe plus. Dans cette idée et par curiosité, nous avons souhaité ici tester 3 de ces scénarios à travers notre population, il en ressort sensiblement les mêmes résultats. Le nombre minimal de victimes est préféré dans 72.8% des cas (Annexe 4.16), et les individus ont plus tendance à sanctionner les mauvais comportements plutôt que le statut social (Annexe 4.17). Certains choix proposés par l'enquête et réutilisés au sein de notre questionnaire peuvent s'apparenter à une expression issue de la littérature française que l'on nomme des choix « cornéliens » (Annexe 4.16). Il s'agit de dilemmes presque qu'impossible à résoudre menant à une préférence entre deux valeurs d'une importance comparable (Définition Wikipédia des Choix cornéliens, 2019).

Cette étude, n'est non sans rappeler les premières observations en termes d'éthique des transports de Philippa FOOT et de son dilemme intitulé « trolley problem » ou dilemme du tramway (The Problem of Abortion and the Doctrine of the Double Effect - Philippa FOOT, 1967). En effet, ici aussi l'étude teste les choix moraux d'un individu au travers de gestes à effectuer favorisant un groupe ou un autre de personnes. Voici un exemple de la représentation du dilemme de Philippa FOOT en annexe 6. Les questions présentent au sein de l'enquête Moral Machine peut alors s'apparenter au dilemme du tramway, cette fois ci appliqué aux systèmes d'intelligences artificielles des véhicules autonomes.

Cette recherche est indépendante de la programmation actuelle des véhicules autonomes. Elle a pour objectif d'établir une discussion sur ce type de questions afin qu'un débat d'ordre éthique puisse entrer en vigueur chez les scientifiques et promoteurs qui participent au développement de cette technologie. A travers par Iyad RAHWAN, Jean-François BONNEFON et Azim SHARIFF (The Moral Machine experiment, 2016), nous

remarquons que les détracteurs de la voiture autonomes ne sont pas uniquement des sceptiques qui rejettent une idée en apportant des raisons mais bien des scientifiques qui viennent soulever des points sensibles et tentent d'apporter des solutions.

VI.2) Les autres besoins d'éthique

En 2017, une équipe de chercheurs américains a publié *Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification* ; une étude remettant en cause la fiabilité et soulignant quelques failles des voitures autonomes (*Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification*, 2017). Elle teste l'hypothèse qu'une signalisation de mauvaise qualité ou altérée par des dégradations pourrait engendrer un changement de comportement de la voiture. De même, la voiture pourrait confondre certaines publicités sur des camions par exemple avec des obstacles à éviter. Elle met ainsi en cause le système d'intelligence artificielle de décryptage et d'analyse des capteurs. Pour tester cette hypothèse, l'équipe a disposé sur des panneaux de signalisation, des petits autocollants noirs et blancs altérant légèrement leur aspect. Selon les résultats, 84% des véhicules autonomes testés se trompent en confondant des panneaux stop avec des panneaux de limitations de vitesse. Régler ces problèmes est d'autant plus important qu'un jour les voitures autonomes devront gérer des obstacles imprévisibles et peu identifiables bien plus dangereux et en toutes conditions. En effet pour l'étude « *le principal défi est la variabilité de l'environnement et de ses perturbations* » (*Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification*, 2017). Une dernière étude interpelle ici un tout autre problème éthique ; celui de la préférence des économies face au respect de l'environnement. Certains détracteurs comme Adam MILLARD-BALL mettent en avant que l'arrivée des véhicules autonomes réglant les problèmes de congestions des routes n'est qu'une idée reçue. En effet il explique dans *Transport Policy - The autonomous vehicle parking problem 2019*, que le développement de la voiture autonome fait même peser le risque « *d'un scénario d'embouteillage total* ». Cette étude explique ainsi une l'hypothèse. Du fait de l'augmentation du coût des emplacements de stationnement, les automobilistes ont davantage tendance à utiliser les transports en commun. Les futures propriétaires de voitures autonomes pourront aussi bien préférer laisser rouler leur véhicule à vide si cela est plus rentable que le coût d'un emplacement. Dans ce sens, le prix du stationnement et le nombre croissant de véhicules sans chauffeur circulant ainsi à vide risquerait d'accroître le trafic et de générer des embouteillages. Pour réaliser ainsi donc une économie pour les propriétaires. Une économie d'autant plus importante considérant que les véhicules roulants à vide pourront circuler à très faibles allures.

L'objectif étant également de diminuer la consommation (Transport Policy - The autonomous vehicle parking problem, 2019).

Au travers de ces études, nous réalisons l'environnement éthique complexe que dévoile l'avenir des voitures autonomes. Qu'il soit d'origines externes ou internes à l'homme des problèmes sont à considérer avant une lancée commerciale de la technologie. Les véhicules autonomes sont une solution apportée pour faire face aux dérives du comportement humain, mais ce dernier pourrait également bien l'altérer et dégrader cette solution en elle-même.

ANALYSE DE TERRAIN

Cette partie est dédiée au regroupement et à l'analyse des résultats issus de l'étude quantitative de ce travail. Ce dernier y fait référence plusieurs fois aux moments opportuns mais une synthèse se présente ici. Elle regroupe une population de 92 individus. Les résultats, présentés sous forme de graphique se trouvent aux numéros correspondant en annexe.

La première information que nous recevons est que cette population est assez variée. Composé à 51.1% d'hommes pour 48.9% de femmes, nous apprenons que cette population est majoritairement jeune et étudiante avec 52.2% d'individus entre 18 et 29 ans et près de la moitié de la totalité du groupe est dans un circuit scolaire (48.9% d'étudiants). Cette population est également composée de personnes entre 30 et 39 années avec 20.7%, et 18.5% pour la tranche d'âge supérieure. Outre les activités scolaires, le reste de ces 92 individus sont des actifs (43.5%) ou des femmes et hommes au foyer (7.6%). Ces informations sont disponibles en Annexes 4.1-2-3.

Nous savons également que plus de la moitié de ce groupe, soit 52.2% possède son propre véhicule, et 6.5% affirment même en posséder plusieurs (Annexe 4.4). Cette tendance confirme le mode de consommation de masse actuel du secteur automobile, soit une économie de bien où la possession est préférée. Il était donc intéressant dans un second temps de quantifier cette utilisation. Ainsi, ce ou ces véhicules sont majoritairement utilisés tous les jours ou presque avec 19.6% suivi de plusieurs fois par jour avec 18.5% (Annexe 4.4). On comprend bien que les individus possédants leur propre véhicule en font une utilisation quasi-quotidienne.

Dans le sens de cette enquête, nous avons jugé significatif de questionner la population sur l'importance donnée à la propriété d'un véhicule. Sur une échelle de 1 à 10 avec 1 comme inutile et 10 comme indispensable, nous observons comme valeur médiane 6 avec 26.1% des votes (Annexe 4.5). Nous observons également que la plus importante majorité de la population avec plus de 50% de celles-ci se situe à l'intérieur ou au-delà de cette valeur médiane. Il en sort que les répondants ne sont pas très sensibles ou apportent une légère considération à cette importance d'être propriétaire d'un véhicule.

Nous avons ensuite interrogé la population sur leur fréquentation des services de transports automobiles privés ou partagés tels que les taxis, VTC ou covoiturage etc. L'idée en est de

sonder si les sociétés de services sont populaires au sein des individus. Ainsi, 21.7% de la population affirme utiliser une fois par mois au moins ce type de service. Il est suivi par la fréquence de deux à trois fois par mois avec 19.6% et 16.3% au moins une fois par semestre. 7.6% l'utilisent plusieurs fois par jour et 13% jamais (Annexe 4.6). Ces tendances sont encourageantes pour le développement de ce type de mobilité. Nous pouvons dire que notre population utilise en moyenne assez régulièrement des services de transports automobiles privés ou partagés.

L'annexe 4.7 présente la première question en rapport directe avec les véhicules autonomes. Il y est demandé à la population s'il utiliserait dans cette idée de service de transport, un service impliquant des voitures autonomes s'il était disponible aujourd'hui. La majorité affirme que oui avec 56.5% des résultats, dont une nuance entre le certainement (9.8%) et le probablement (46.7%). 25% n'ont pas d'avis sur la question et 18.5% y sont opposés. Cela nous montre que la population est dans l'ensemble assez prête à approuver l'arrivée et la considération des premières sociétés de transports de voitures autonomes. Cette population exprime également sa confiance en l'intelligence artificielle pour assurer leur transport. Selon l'annexe 4.8, 58.7% de celle-ci croient en l'intelligence artificielle comme capable de réaliser les tâches d'un conducteur.

D'ordre plus général, nous avons trouvé intéressant de demander l'avis des individus sur ce type de véhicule. Nous avons obtenu des réponses ouvertes dont les plus pertinentes se trouvent ici anonymement.

Que pensez-vous des véhicules autonomes ?

Nous pouvons ainsi classer ses réponses selon différentes catégories.

Les réponses optimistes pour la voiture autonome :

« C'est une bonne invention. Elles risquent d'être moins rapides que les véhicules qui ne le sont pas. Je pense aussi qu'elles mettront beaucoup d'années à entrer en service régulier et je crois que je ne la verrai pas circuler de mon vivant. »

« Je pense que le concept est très novateur et son exploitation ouvre des perspectives incroyables sur les modèles d'organisation de la route par exemple et permet aussi une gestion de son propre temps différemment. Mais ils ne pourront jamais remplacer le plaisir de conduire et l'intuition humaine. »

« Aujourd'hui c'est un peu flou mais je pense que ça deviendra la norme dans plusieurs années. Bon principe »

« Une belle avancée, mais manque encore les infrastructures. »

« C'est une suite logique à l'évolution des moyens de transport. »

« Présentent moins de risques »

« Véhicules paraissant plus fiables que l'homme lorsque l'on regarde les études réalisées »

« Assistance de pilotage pour une meilleure maîtrise du véhicule »

Les réponses mitigées présentant des interrogations :

« Technologie très intéressante mais génère beaucoup d'interrogations quant à la sécurité et à la responsabilité en cas d'accident ? Comment déterminer qui est le fautif ? »

« Probablement un grand gain de sécurité et de temps. Mais, revers de la médaille, la traçabilité de l'utilisateur (que devient la vie privée?), la nécessité de rapatrier des flux de données à l'usage de l'IA via le cloud ce qui sera extrêmement énergétivore (la diminution de la consommation en énergie et matières premières est la seule voie pour espérer une vie supportable pour tous). »

« Peuvent être révolutionnaires mais comportent des risques dus à une dépendance à des algorithmes. »

Réponses pessimistes pour la voiture autonome :

« C'est trop nouveau, je pense qu'il faut attendre encore quelques années pour leur faire confiance »

« Je pense que dans un certain sens ces véhicules nuisent à notre libre arbitre et notre capacité à être autonome et cela nous rend dépendant de la technologie. »

« Je n'ai pas confiance, s'il se passe quelque chose, personne n'est aux commandes »

« Je reste dubitative sur ce mode de transport qui n'a pas encore fait ses preuves »

« Je pense que c'est trop compliqué pour une machine d'analyser l'environnement et de savoir s'il y a un danger ou non. »

Nous observons que la majorité des réponses encouragent le développement de cette innovation et la considère comme allant dans le sens du progrès. Nous observons également des commentaires positifs pour ce genre d'innovation mais cependant légèrement nuancés notamment sur le temps nécessaire qu'il faudra à leur développement. Des commentaires questionnent également beaucoup la notion de responsabilité en cas d'accident et le respect de la vie privée face à la plausible traçabilité des consommateurs. Des notions que reprennent les détracteurs de la voiture autonomes en arguments. Certains commentaires pessimistes remettent également en cause les capacités de l'innovation à pouvoir correctement agir et remplacer un conducteur, il ne s'agit pas de la majorité. Dans le sens les commentaires sont plutôt positifs et soulignent des points de sécurité importants auxquels devront répondre les voitures autonomes.

Nous avons ensuite demandé à la population d'identifier parmi une liste de promoteurs de la voiture autonome ceux pour lesquels ils avaient des connaissances de projets en la matière. Ainsi, en annexe 4.9 nous pouvons observer sans surprise que les deux acteurs les plus médiatisés de l'industrie récoltent largement le plus de votes ; à savoir 70.7% pour Google et 59.8% pour Tesla. Deux autres acteurs des GAFAM suivent la course avec Apple 34.8% et Microsoft 25%. Uber suit de près avec 22.8% de la population au courant de son engagement dans le secteur. La surprise est du côté français où l'alliance Renault/Nissan récolte 18.5%.

L'étude a ensuite amené la population à s'interroger sur la notion de propriété de véhicule, en lien à celles du plaisir de conduire et de la sécurité des passagers. Ainsi, en annexe 4.10 nous observons qu'un véhicule est perçu majoritairement comme un simple moyen de locomotion par 66.6% de la population. Cette dernière trouve également le plaisir de conduire comme important avec 54.3% des votes mais juge la sécurité des passagers primant sur ce plaisir. En effet l'écrasante majorité, soit 93.4% est en accord avec cette dernière proposition. Dans ce sens si la voiture autonome est capable d'apporter davantage de sécurité en corrigeant les erreurs du comportement humain alors elle sera préférée des individus.

Ont ainsi été évalués en annexe 4.11 et 4.12, sur des échelles allant de 1 à 10 ce que représente pour la population l'importance de la sécurité et de la gestion des problèmes de pollutions des véhicules de demain. Les résultats sont indéniables, l'écrasante majorité les juge primordiaux avec respectivement comme note médiane 10 (44.6%) pour la sécurité et également 10 (33.7%) concernant la pollution. Cela prouve que ces deux problèmes sont primordiaux et à prendre absolument en compte pour les véhicules de demain. Si les voitures autonomes sont en mesure d'y répondre en partie, alors elles auront de plus grandes chances de se démocratiser.

Le problème et la plausible solution apportée de la congestion des routes a été testé au sein de ce questionnaire. Les individus pensant que les voitures autonomes seront en mesure de pouvoir supprimer ou réduire les embouteillages sont en majorité avec 58.7% de la population, 14.1% restent indécis (Annexe 4.13). Ce point de vue partagé est assez encourageant et va dans le sens des raisons sociétales promulguées par les promoteurs.

Plus largement, nous avons interrogé cette population sur leur avis par rapport au potentiel futur que représente de type de transport. Très majoritairement, avec 67.4% des votes, les individus jugent que la voiture autonome représente l'avenir du secteur automobile, 13% ne souhaitent pas s'avancer. C'est ainsi dans cette idée que 70.7% des personnes ayant participées à l'enquête sont favorables au développement de cette technologie avec une nuance sous certaines conditions pour 45.7% d'entre eux. 8.7% sont sans avis (Annexe 4.14). Nous observons alors un assez large engouement pour le développement et l'avenir de la voiture autonome au sein de notre population.

Une seconde section de ce questionnaire présente des scénarios issus de la plateforme de recherche en ligne « Moral Machine ». Elle compile différentes perspectives humaines sur des dilemmes moraux que pourront prendre les voitures autonomes. Comme le veut l'enquête, l'objectif est en tant qu'observateur externe, de juger la situation préférable en cas de collision inévitable, pour établir un ensemble de résultats le plus acceptable de tous. L'idée ici, est de tester 3 de ces scénarios au sein notre propre population.

Dans cette partie, nous observons des résultats assez similaires à ceux de l'étude en ligne « Moral Machine ». Ici aussi, le nombre minimal de victimes est préféré dans 72.8% des cas (Annexe 4.15), et les individus ont plus tendance à sanctionner les mauvais comportements plutôt que le statut social (Annexe 4.17). Cet extrait nous montre la difficulté morale des choix que pourront entraîner les voitures autonomes s'ils prennent en compte ces différents critères. Exemple en Annexe 4.16.

Enfin, il peut être intéressant de remonter ici quelques-unes des remarques les plus constructives concernant cette partie :

« Très compliqué de hiérarchiser la valeur d'une vie par rapport à une autre »

« Deuxième partie moins évidente, si la voiture est réellement autonome, j'espère que les ingénieurs auront pensé à mettre des systèmes d'urgences pour faire le moins de dégâts possible. Mais c'est intéressant de savoir qu'il est possible d'intégrer les sciences cognitives »

« Pour moi une vie en vaut une autre et je vois l'apport de l'IA comme un contrôle social menant à choisir les bons (comportement exemplaire) individus des mauvais (en faute). »

« Il est difficile de choisir entre les deux options proposées. Avec le recul, on a plus de temps pour choisir en pensant aux conséquences morales. Dans une situation, la machine analyse beaucoup mieux la situation mais dans tous les cas il y aura des victimes. Je ne suis pas pour la conduite autonome mais j'espère ne jamais me retrouver dans une situation telle que celle-ci. »

« La voiture autonome n'aurait pas le biais cognitif d'éviter de percuter les plus faibles/ceux qui auraient le plus de moyens de se soigner. L'objectif est d'éviter tout mort ou le moindre nombre de personnes. »

« J'ai mis un peu au hasard, je ne peux pas choisir qui vas mourir, qui va survivre. Évidemment je choisis d'épargner le plus de monde possible »

« Dilemmes difficiles pour une IA. »

« Choix difficiles, il y a de vraies questions morales et philosophiques »

Ainsi, la population est de manière générale assez favorable au développement des voitures autonomes. L'ensemble de ces réponses conforte les hypothèses de l'étude. En effet, si la voiture autonome tend à devenir une industrie de service alors son arrivée semble être facilement acceptée et ne posera pas de problème quant à un plausible déploiement. La population est dans son ensemble déjà habituée aux sociétés de services de transports. La notion de propriété du véhicule étudiée au cours du questionnaire est jugée non essentielle. De même, la sécurité et les problèmes de pollutions sont des arguments préférés au fait de posséder un véhicule et au plaisir de conduire. La voiture autonome à selon cette étude, de bonnes raisons d'être promue.

CONCLUSION

Le véhicule autonome est à l'origine la proposition d'une nouvelle industrie, celle de l'intelligence artificielle. Il a été amené par ceux en maîtrisant les éléments-clefs et peut être considéré en quelque sorte comme une des finalités et application actuelles du domaine.

En effet, le défi est alors de créer une voiture intelligente capable d'égaliser puis de surpasser l'homme dans sa tâche de conduite et de gestion d'un véhicule. Dès lors, face à l'émergence d'un futur marché les différents acteurs du secteur automobile se sont rendu compte de l'importance de l'innovation et souhaitent participer à leur développement d'une façon ou d'une autre. Conscient qu'un retard technologique trop considérable condamnerait définitivement toutes prétentions dans le domaine, ils sont dans l'obligation d'adapter de nouvelles stratégies pour la voiture autonome. Nous avons supposé que cette dernière industrie devrait subir une révolution totale de ses acteurs, du mode de consommation du secteur automobile mais également engendrer une redéfinition de la mobilité pour être viable. Dans ce sens, cette étude a montré que les nouvelles technologies indispensables à la voiture autonome comme l'intelligence artificielle sont au cœur du développement et deviennent les éléments centraux et convoités de tous les acteurs. Face à la complexité et à la diversité des savoirs nécessaires au développement d'une telle innovation, ces acteurs sont ainsi dans l'obligation de partager leurs compétences pour réaliser des alliances stratégiques. Chacun d'eux a alors un rôle bien spécifique autour de quatre industries liées à la voiture autonome. Les géants du numérique, qui n'ont pas forcément vocation à fabriquer des automobiles se sont ainsi spécialisés dans l'industrie de l'intelligence artificielle pour contrôler les véhicules mais également dans l'industrie des services et distractions à bord. Les constructeurs automobiles, qui voient leur rapport de forces basculé participent à l'industrie de la production du véhicule en lui-même. Enfin, les équipementiers du secteur observent des perspectives de développement à travers l'industrie de la connectivité avec notamment la production et commercialisation des capteurs numériques. Ainsi ses quatre industries sont les piliers internes du secteur de la voiture autonome et segments sur lesquels se positionner pour chacun de ses acteurs. Les entreprises maîtrisant l'intelligence artificielle sont les acteurs les plus influents. De là, deux différentes stratégies de diffusions de l'innovation sont abordées de ces acteurs. Un abord disruptif, amenant un changement rapide par la commercialisation de véhicules entièrement automatisés

le plus tôt possible ; opposée à un abord progressiste prenant le temps de développer la technologie en implémentant de l'automatisation au fur et à mesure à la voiture.

L'émergence de ce nouveau marché, n'est pas seulement issue d'un besoin d'innovation et de nouvelles sources de profits dans le secteur automobile, mais bien d'une logique de développement susceptible d'engendrer du progrès à différentes échelles. Ainsi les véhicules autonomes semblent être en mesure d'apporter un progrès social avec la promesse d'une sécurité routière accrue, la réduction des temps de trajet et la diminution d'embouteillages. Cela engendrera également un élargissement de la population en mesure de profiter de cette technologie et permettra une optimisation du temps de trajet à bord. D'un point de vue environnemental, elle promet des économies de carburant et une consommation inférieure. Enfin elle offre des apports à l'échelle économique pour ses acteurs, les automobilistes et également pour l'Etat. Ces arguments représentent en quelque sorte la légitimité, logique de l'innovation et sa raison à être développée. Dans ce sens, nous avons également émis l'hypothèse que la voiture autonome devrait dans l'idée de la logique, faire muter le secteur automobile d'une industrie d'une économie de biens à celle d'une économie de services. En effet, au travers de ce travail nous pensons que la voiture autonome n'a de sens que si elle se base sur une économie de services, entraînant le partage et l'optimisation d'une flotte de véhicules en révolutionnant la mobilité actuelle. Le concept de véhicule autonome s'adapte mieux et est plus cohérent dans l'esprit de partage en le rendant accessible à tous et en s'acquittant de la notion de propriété.

D'un autre côté, cette étude a également porté attention aux raisons des détracteurs de l'innovation. Ils apportent des études scientifiques et arguments solides en défaveur de la voiture autonome. On observe ainsi des défis à relever concernant la sécurité des utilisateurs et notamment des dangers en cybersécurité, mais également des raisons juridiques. Dans cette idée les détracteurs de la voiture autonome mettent en avant l'indéniable besoin d'éthique que doit recevoir les intelligences artificielles aux commandes des voitures autonomes. Ils ont ainsi testé et mis en avant les dilemmes éthiques en cas de collision inévitables et ont soulevé les questions auxquelles les producteurs de ce type de véhicule devront répondre avant leur mise en service sur le marché. Nous avons également remarqué que ses détracteurs ne sont pas des personnes refusant catégoriquement l'arrivée de cette technologie, mais bien des scientifiques inquiets à raison de leur émancipation. Ils soulèvent et dénoncent ainsi certains points dans l'unique but d'orienter le regard des promoteurs sur ces derniers, ils proposent parfois même des solutions allant dans le sens des véhicules autonomes.

Ainsi, au travers de ce Mémoire nous avons défini et identifié les différents leviers d'actions et stratégies du secteur de la voiture autonome. Ce travail a porté sur les raisons et la logique de l'innovation des promoteurs et détracteurs de la technologie. Nous avons soutenu et tenté de démontrer l'hypothèse principale que cette innovation n'est en mesure d'apporter des réponses aux problèmes actuels du secteur automobile seulement si elle transforme celui-ci en une économie de services. Il semblerait désormais que ces dernières ne soient plus un acteur du secteur des voitures autonomes mais en quelque sorte la finalité recherchée. Dans ce sens et dans l'idée d'élargir les applications de ce Mémoire, il sera alors intéressant d'étudier les impacts au-delà de ceux concernant la mobilité et l'environnement. Il sera ainsi bénéfique de pousser l'analyse de l'impact social à une plus grande échelle concernant notamment les effets sur le marché du travail ; avec les changements à venir en matière d'emplois et l'affectation des services publics liés. Il sera également aussi intéressant de couvrir, dans une autre étude, les enjeux concernant cette fois-ci le transport autonome de fret.

ANNEXES**Annexe 1 : Tableau récapitulatif des avancées technologiques et partenariats des différents acteurs de la voiture autonome**

Promoteur	Nature	Prototype(s) / projet(s)	Partenaire(s)	Niveau d'autonomie atteint	Echéance envisagée sur le marché
Google (Waymo)	Entreprise de Technologies	Chrysler Pacifica Hybrid minivans / <u>Waymo One</u>	Nissan/Renault General Motors	Niveau 4	2020
Tesla	Constructeur	Model S/3/X	NVidia	Niveau 4	2020
Nissan/Renault	Constructeur	Véhicule Nissan	Waymo / Microsoft	Niveau 4 (qui est en réalité Google)	2020
BMW	Constructeur	iNEXT	Baidu, HERE (possession), NVidia	Niveau 3	2020
Audi (Volkswagen)	Constructeur	AI:ME	Amazon, HERE (possession)	Niveau 3	2021
PSA	Constructeur	Peugeot 508		Niveau 2	2024
Toyota	Constructeur	P4	Intel, Ericsson, Denso	Niveau 2	2021
Mercedes-Benz (Daimler)	Constructeur	F015 et Vision	HERE (possession)	Niveau 2	2021
Ford (Argo)	Constructeur	Ford Fusion (Mondeo) hybrides	Amazon, NVidia	Niveau 2	2021
Volvo	Constructeur	XC90 / Drive Me	Microsoft, NVidia	Niveau 2	2020
Jaguar	Constructeur	I-PACE	Waymo	Niveau 3	2021

Annexe 2 : Mise à jour du Tableau des actualités et objectifs des acteurs de la voiture autonome

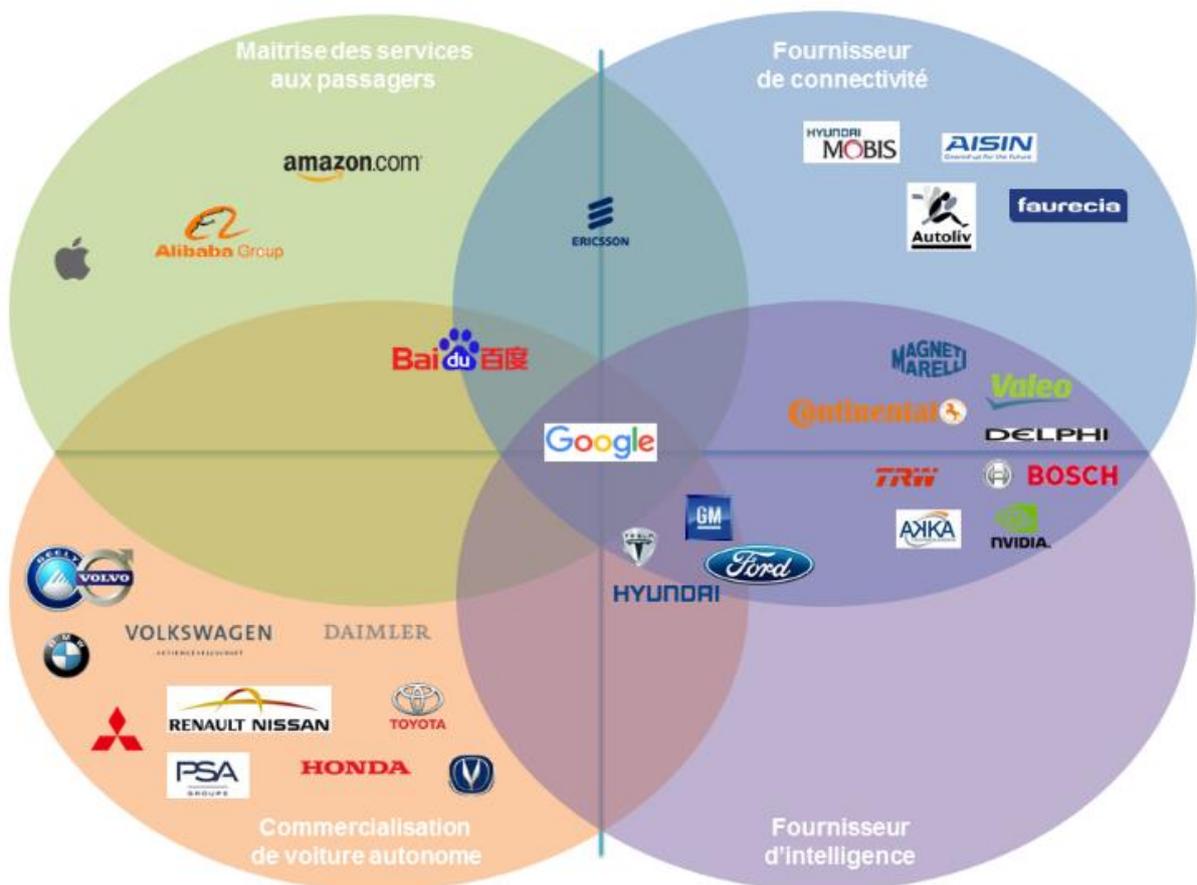
Acteur	Rôle	Annonces et Actualités	Objectif(s)
Google (Waymo)	Entreprise technologique du numérique	<ul style="list-style-type: none"> - Voitures autonomes en circulation depuis 2009 - En 2016, première voiture autonome de niveau 4 	Commercialiser une voiture autonome, Être le cœur de l'intelligence de la voiture autonome, Être le cœur de la connectivité de la voiture autonome, Être le fournisseur de la cartographie HD temps réel de la voiture autonome
Apple	Entreprise technologique du numérique	<ul style="list-style-type: none"> - Projet Titan tenu secret : recrutement en 2015 d'ingénieurs venant de l'automobile, des laboratoires de technologies pour la voiture électrique et autonome. 	Commercialiser une voiture autonome, Développer des services fournis aux passagers de la voiture autonome
Facebook	Entreprise technologique du numérique	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de programmes d'intelligences artificielles 	Développer des services fournis aux passagers de la voiture autonome
Amazon	Entreprise technologique du numérique	<ul style="list-style-type: none"> - Amazon s'associe à Ford et Volkswagen pour connecter la voiture, dont notamment avec son assistant vocal. - Amazon envisage les véhicules autonomes pour ses services de livraisons 	Développer des services fournis aux passagers de la voiture autonome
Baidu	Entreprise technologique du numérique	<ul style="list-style-type: none"> - Test de voitures autonomes - Objectif de commercialisation de véhicules autonomes production en masse d'ici 2021 	Commercialiser des véhicules autonomes à grande échelle, Développer des services fournis aux passagers de la voiture autonome
Tesla	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - 2015 : Voitures de série de niveau 3, - Commercialisation d'une voiture autonome de niveau 4 en 2018-2019 	Commercialiser une voiture autonome, Être le cœur de la connectivité de la voiture autonome, Être le cœur de l'intelligence de la voiture autonome
Audi (Volkswagen)	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - 2015 : Voitures de série Audi avec conduite autonome de niveau 2. - Test en cours de voitures autonomes Audi aux Etats-Unis - Acquisition par Audi du système de cartographie HERE avec Daimler et BMW 	Commercialiser une voiture autonome
BMW	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - 2015 : Voitures de série de niveau 2 - Test en cours de voitures autonomes aux Etats-Unis - Vision d'une voiture de niveau 3 pour à l'horizon 2020 en partenariat avec Baidu - Acquisition du système de cartographie réel HERE avec Audi et Daimler 	Commercialiser une voiture autonome

Mercedes-Benz (Daimler)	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - 2015 : Voitures de série de niveau 2 - Test en cours de voitures autonomes aux Etats-Unis - Acquisition du système de cartographie haute définition temps réel HERE avec Audi et BMW 	Commercialiser une voiture autonome, Développer un service de mobilité autonome
Nissan/Renault	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Partenariat avec Waymo 	Fournir les véhicules aux entreprises technologiques du numériques
PSA	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> Test en cours de voitures autonomes en France - Inclusion de fonctionnalités d'automatisation au fil des années et commercialisation de voitures de niveau 3 autonomes en 2024 	Commercialiser une voiture autonome
General Motors	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Test en cours de voitures autonomes aux Etats-Unis - 2016 : Investissement dans Lyft, service de VTC, rachat de Sidecar Technologies, service de covoiturage - 2016 : rachat de Cruise, start-up spécialisée dans la voiture autonome et création d'une division dédiée au véhicule autonome 	Commercialiser une voiture autonome, Être le cœur de la connectivité de la voiture autonome,
Ford (Argo)	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Test en cours de voitures autonomes aux Etats-Unis - 2015 : Lancement de « Smart Mobility plan » et de sa filiale Argo pour une production de véhicules autonomes de niveau 3 	Commercialiser une voiture autonome
Toyota	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Partenariat avec entreprises technologiques et équipementiers comme Intel, Ericsson et Denso - Commercialisation d'une voiture de niveau 3 prévue en 2021 	Commercialiser une voiture autonome
Honda	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Partenariat avec General Motors pour le développement de sa voiture autonome. Objectif 2020 	Commercialiser une voiture autonome
Hyundai-Kia	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Test des différentes technologies sur une voiture autonome en cours aux États-Unis - Hyundai-Kia projette de doter sa gamme d'une conduite autonome de niveau 3 d'ici à 2020 La commercialisation d'un véhicule totalement autonome est prévue d'ici à 2030 	Commercialiser une voiture autonome
Changan	Constructeur	<ul style="list-style-type: none"> - Test de voitures autonomes en cours en Chine. 	Commercialiser une voiture autonome
Bosch	Équipementier	<ul style="list-style-type: none"> - Développement d'un dispositif de conduite autonome et des ordinateurs et 	Être le cœur de des équipements de la voiture autonome

		capteurs numériques pour le véhicule autonome.	
Continental	Equipementier	- Développement d'un dispositif de conduite de base et de cartographie (partenariat HERE)	Être le cœur de la connectivité de la voiture autonome et du développement de ses équipements.
Intel	Technologies	- Intel a acquis Mobileye et test des véhicules autonomes en Israël	Commercialiser une voiture autonome, Être le cœur de des équipements de la voiture autonome
Valeo	Equipementier	- Développement d'un dispositif de conduite autonome à intégrer dans les véhicules - Rachat de Peiker, spécialiste de la télématique embarquée et de la connectivité des véhicules - Renforcer sa position de leader sur les capteurs, scanners lasers et caméras de conduite	Renforcer sa position de leader sur les capteurs numériques et autres équipements, Être le cœur de la connectivité de la voiture autonome
Denso	Equipementier	- Fournisseur de capteurs et radars servants à la voiture autonome	Fournir d'autres promoteurs
Aptiv (Delphi)	Equipementier	- Lancement d'un service de transport autonome en partenariat avec Lyft	Fournir d'autres promoteurs
Aisin Seiki	Equipementier	- Fournisseur de capteurs et radars servants à la voiture autonome	Fournir d'autres promoteurs
Faurecia	Equipementier	- Développement de composants pour la voiture autonome : siège intelligent, capteurs conducteur...	Fournir d'autres promoteurs
NVidia	Technologies/ Equipementier	- Développement des solutions NVidia DRIVE pour apporter de l'intelligence aux voitures connectées et autonomes Constructeurs utilisant les solutions NVidia: Tesla, BMW, Ford, Volvo	Être le cœur de l'intelligence de la voiture autonome, Être le cœur de la connectivité de la voiture autonome
Ericsson	Equipementier	- Développement d'un système de streaming intelligent pour diffuser de la vidéo dans les véhicules en mouvement et assurer le divertissement des passagers de la voiture autonome (partenariat avec Volvo et Toyota)	Être maître des services fournis aux passagers de la voiture autonome
Here	Equipementier	- Racheté par le consortium Audi-BMW-Mercedes pour leur besoin propre et la fourniture de cartographie haute définition temps réel aux autres acteurs	Être le fournisseur de la cartographie HD temps réel de la voiture autonome

Uber	Service de mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - Rachat d'une partie de Bing Maps et embauche d'une centaine d'ingénieurs de chez Microsoft pour développer son système de cartographie - Annonce de prévision d'achats de 500 000 Tesla autonome et 100 000 Mercedes Classe S autonome pour 2020 	Se passer de chauffeur pour optimiser le service
Lyft	Service de mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'une co-entreprise avec General Motors pour développer une voiture autonome. 	Se passer de chauffeur pour optimiser le service
Cruise	Start-up	<ul style="list-style-type: none"> - 2016 : rachat par General Motors 	Commercialiser une voiture autonome
Zoox	Start-up	<ul style="list-style-type: none"> - A collecté de 800 millions de dollars de levée de fonds - Prévoit une arrivée sur le marché des services de transport en 2020 	Commercialiser un service de voiture autonome
Aurora	Start-up	<ul style="list-style-type: none"> - 2018 : Echanges et entrée en relation avec Hyundai-Kia et le groupe Volkswagen 	Commercialiser une voiture autonome

Annexe 3 : Cartographie des acteurs de la voiture autonome

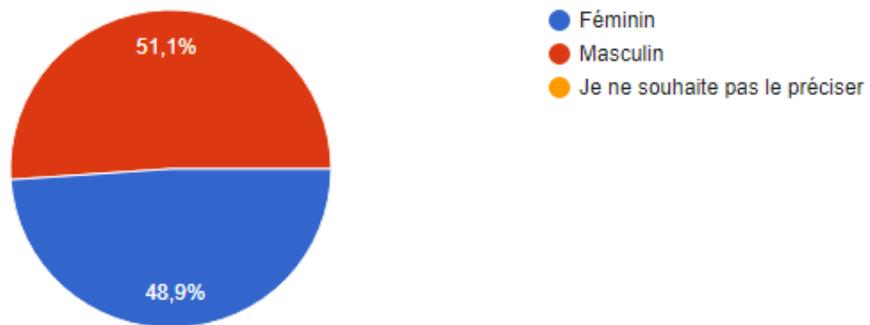


Annexe 4 : Résultats de l'étude quantitative (lien du questionnaire : <https://forms.gle/RLFHpWEsKSy4JLGh8>)

Annexe 4.1

Quel est votre sexe ?

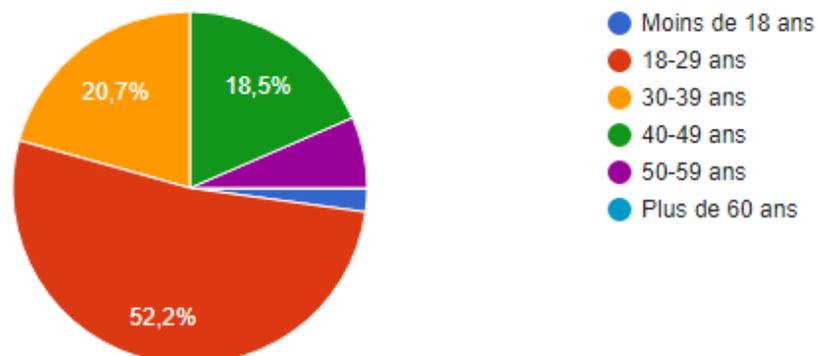
92 réponses



Annexe 4.2

A quelle tranche d'âge appartenez-vous ?

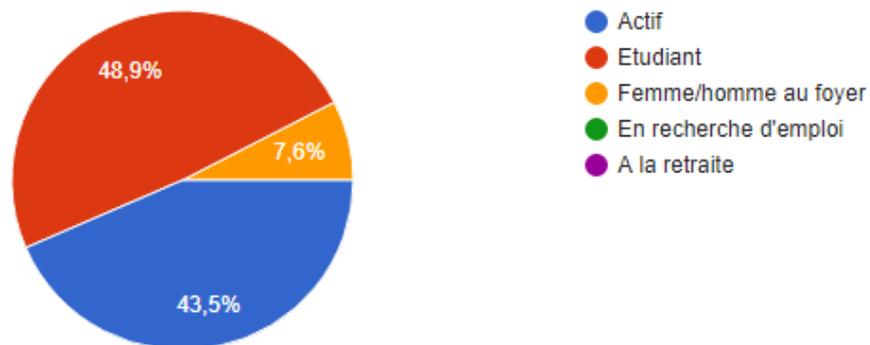
92 réponses



Annexe 4.3

Quelle est votre situation actuelle ?

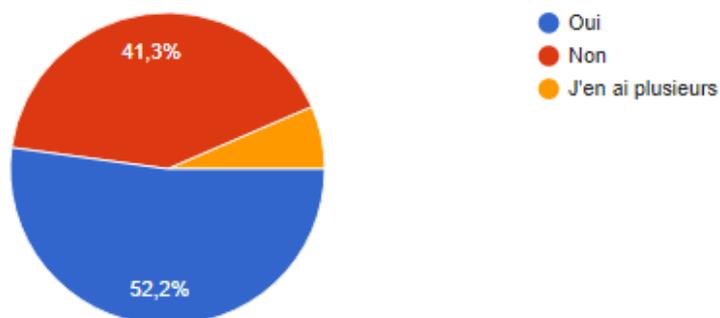
92 réponses



Annexe 4.4

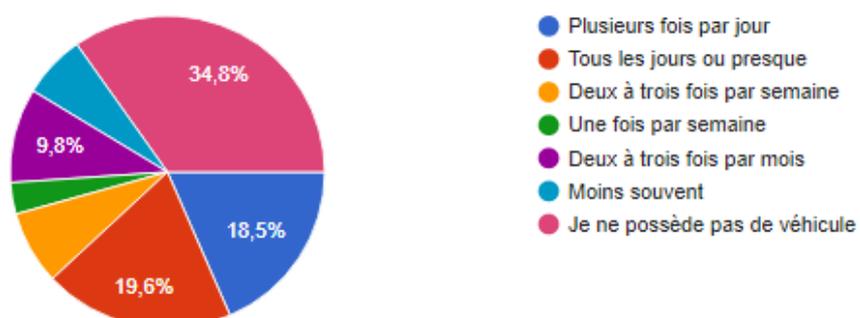
Possédez-vous votre propre véhicule ?

92 réponses



Si oui, quelle est votre fréquence d'utilisation de ce(s) véhicule(s) ?

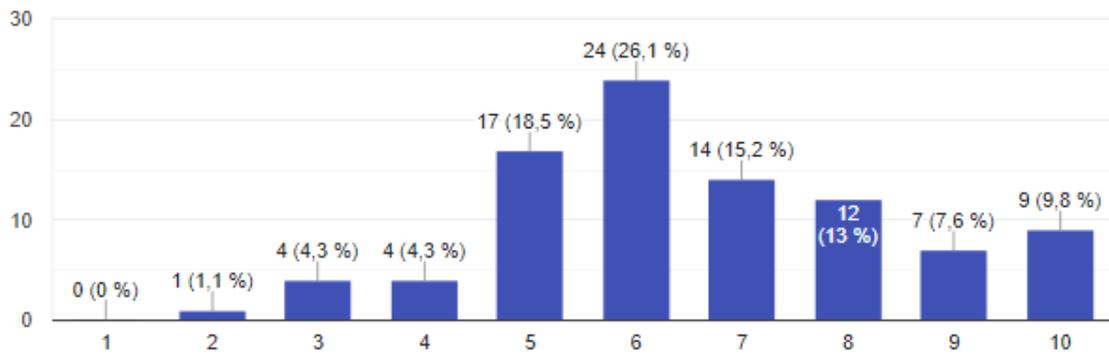
92 réponses



Annexe 4.5

Evaluer d'une manière générale sur une échelle allant de 1 à 10 l'importance d'être propriétaire d'un véhicule

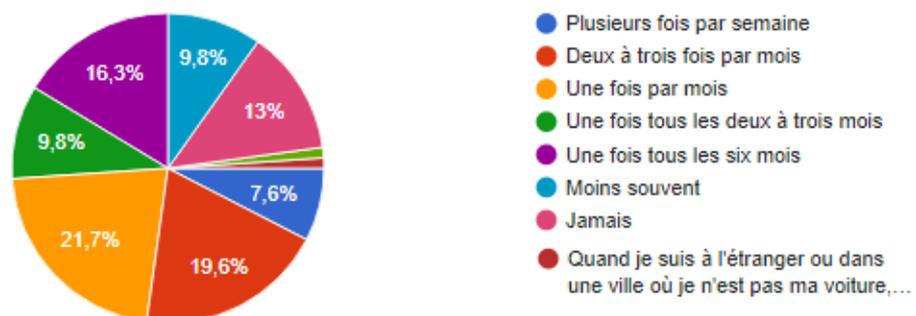
92 réponses



Annexe 4.6

Utilisez-vous régulièrement des services de transport automobile privés ou partagés, du type : taxis, Uber, VTC ou covoiturage...

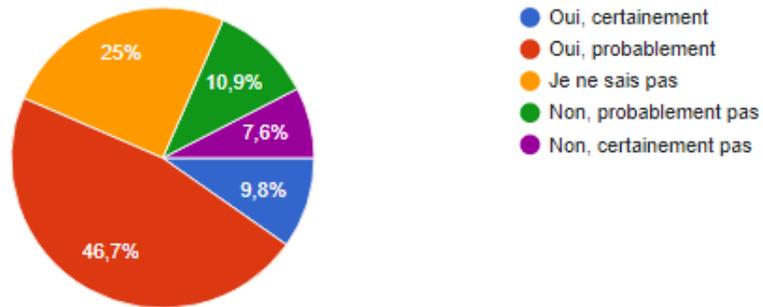
92 réponses



Annexe 4.7

Utiliserez-vous un service de voiture autonome s'il était disponible aujourd'hui ?

92 réponses



Annexe 4.8

Feriez-vous confiance à une intelligence artificielle pour vous transporter ?

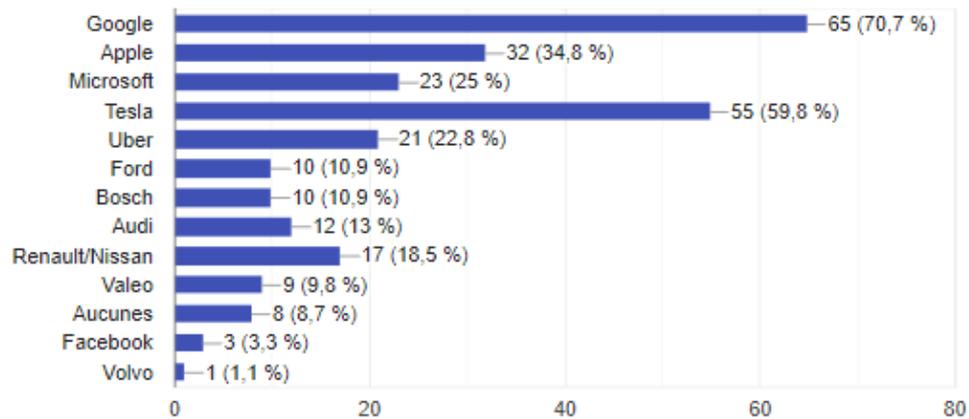
92 réponses



Annexe 4.9

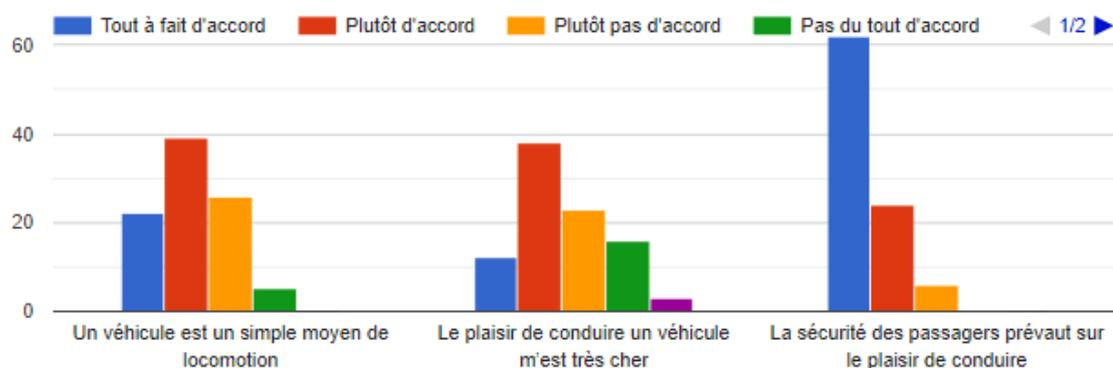
Lesquelles de ces marques connaissez-vous, pour avoir des projets en matière de voiture autonome ?

92 réponses



Annexe 4.10

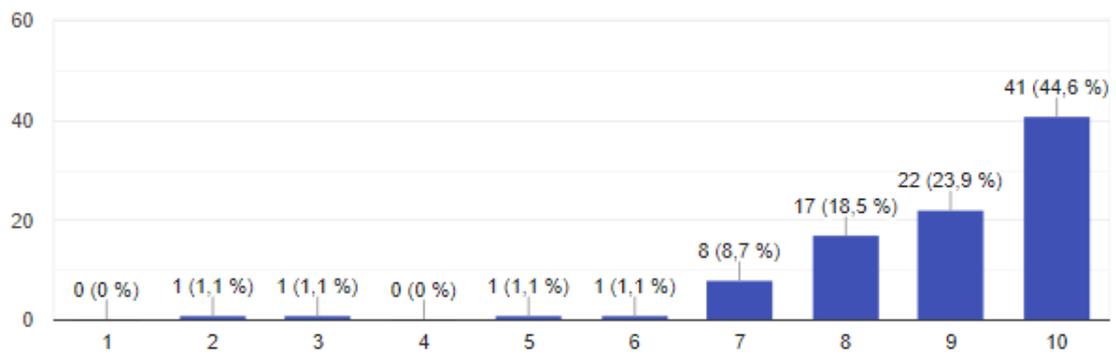
Dans quelle mesure êtes-vous d'accord de chacune des affirmations suivantes ?



Annexe 4.11

Evaluer sur une échelle allant de 1 à 10 ce que représente pour vous l'importance la sécurité des véhicules de demain

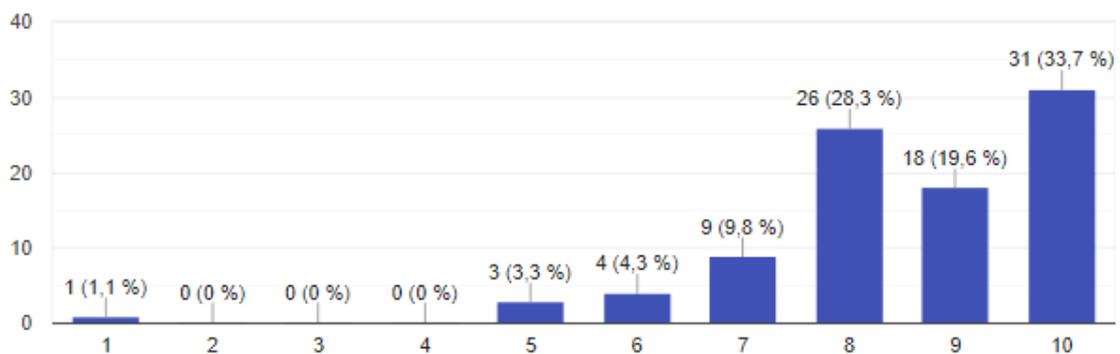
92 réponses



Annexe 4.12

Evaluer sur une échelle allant de 1 à 10 ce que représentent pour vous la gestion des problèmes de pollution véhicules de demain

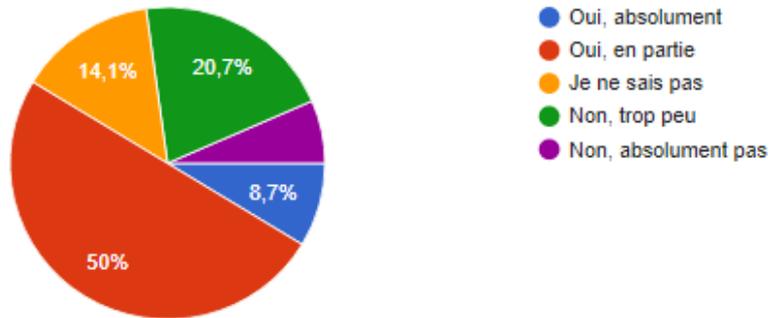
92 réponses



Annexe 4.13

Pensez-vous que les voitures autonomes seront en mesure de pouvoir supprimer les embouteillages ?

92 réponses



Annexe 4.14

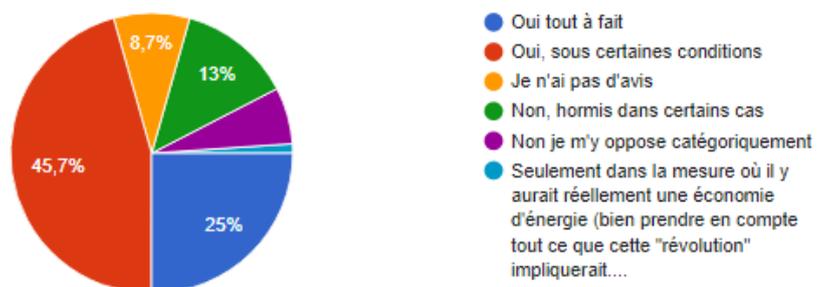
Envisagez-vous que les véhicules autonomes représentent le futur de l'automobile ?

92 réponses



Etes-vous favorable au développement des voitures autonomes ?

92 réponses

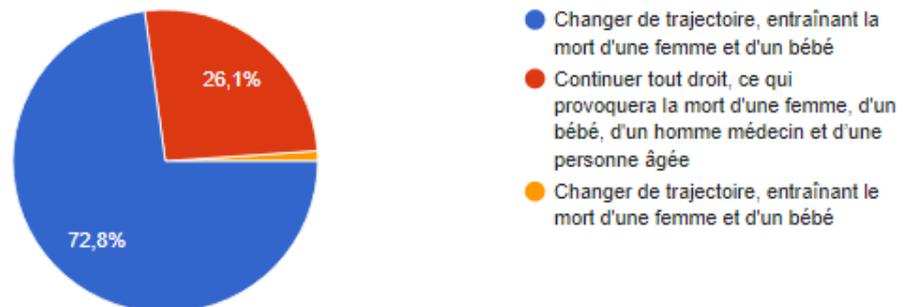


Annexe 4.15

Choisir le comportement de la voiture autonome :

Dans ce cas, la voiture autonome avec défaillance de freins peut continuer tout droit et percuter des piétons ou changer de trajectoire et percuter ceux de l'autre voie

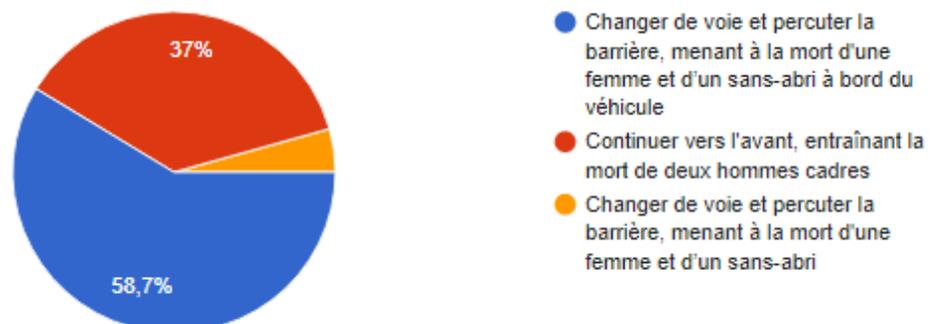
92 réponses



Annexe 4.16

Dans ce cas, la voiture autonome avec défaillance de freins peut continuer et percuter deux piétons ou s'écarter pour percuter la barrière

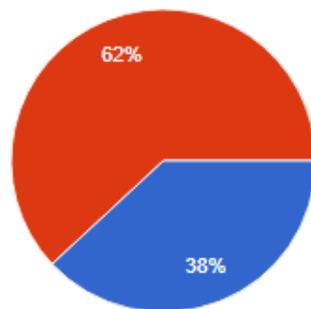
92 réponses



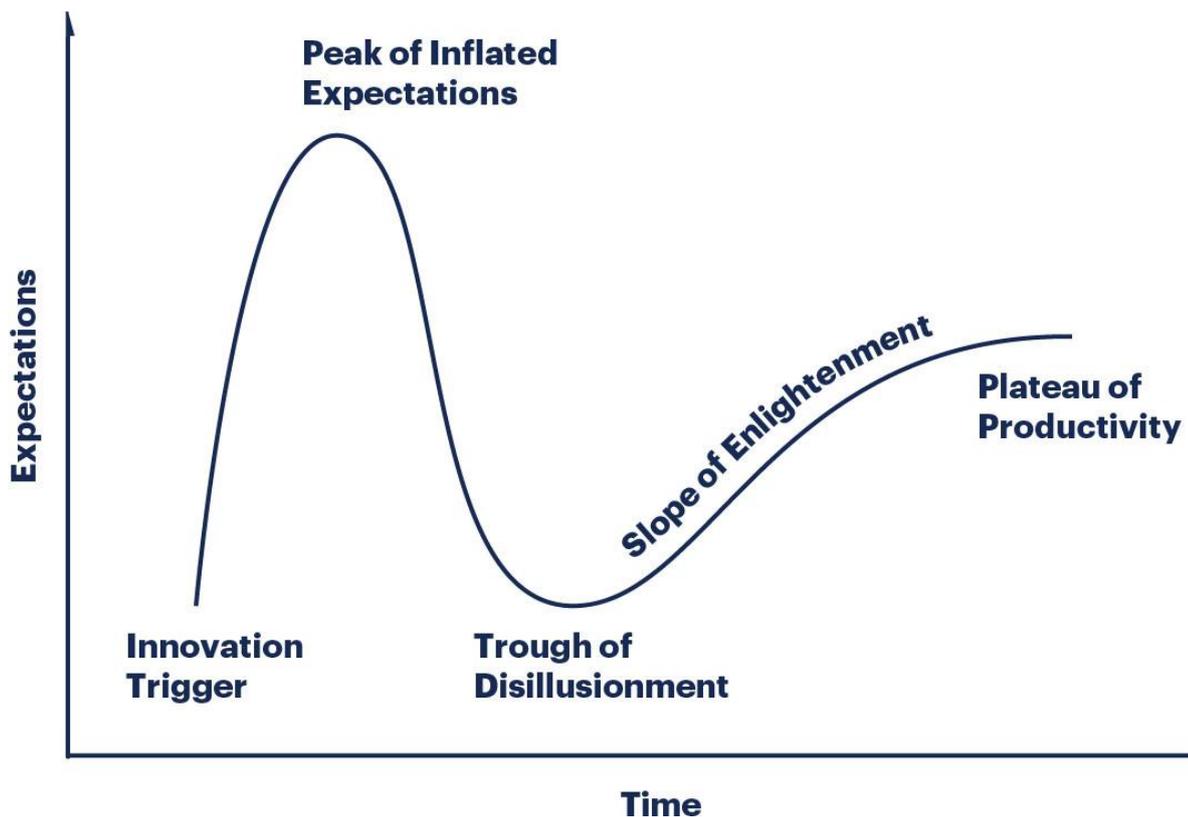
Annexe 4.17

Dans ce cas, la voiture autonome avec défaillance de freins peut continuer vers l'avant en direction du piéton ou changer de trajectoire vers un piéton plus âgé traversant l'autre voie

92 réponses



- Changer de voie, ce qui conduira à la mort d'une femme âgée traversant au feu vert
- Continuer vers l'avant, ce qui conduira à la mort d'une femme cadre traversant au feu rouge

Annexe 5 : Gartner Hype Cycle

« - Innovation Trigger: A potential technology breakthrough kicks things off. Early proof-of-concept stories and media interest trigger significant publicity. Often no usable products exist and commercial viability is unproven.

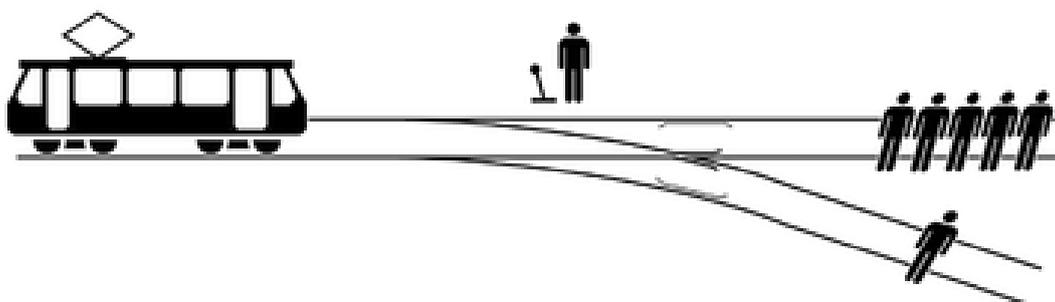
- Peak of Inflated Expectations: Early publicity produces a number of success stories — often accompanied by scores of failures. Some companies take action; many do not.

- Trough of Disillusionment: Interest wanes as experiments and implementations fail to deliver. Producers of the technology shake out or fail. Investments continue only if the surviving providers improve their products to the satisfaction of early adopters.

- Slope of Enlightenment: More instances of how the technology can benefit the enterprise start to crystallize and become more widely understood. Second- and third-generation products appear from technology providers. More enterprises fund pilots; conservative companies remain cautious.

- Plateau of Productivity: Mainstream adoption starts to take off. Criteria for assessing provider viability are more clearly defined. The technology's broad market applicability and relevance are clearly paying off. » (Gartner Hype Cycle ,2019)

Annexe 6 : Représentation du dilemme de Philippa FOOT



« Imaginez qu'un juge se retrouve face à des émeutiers qui demandent qu'un coupable soit trouvé pour un certain crime et, si cela n'est pas fait, qui menacent de se venger de manière sanglante sur une partie spécifique de la communauté. Le coupable réel étant inconnu, le juge se retrouve avec pour seule solution de condamner à mort un innocent pour prévenir le bain de sang. Imaginons parallèlement un autre exemple où le pilote d'un avion qui est sur le point de s'écraser se doit de choisir un point de chute dans une aire plus ou moins habitée. Afin de rendre les deux situations le plus semblables possibles, imaginons plutôt le conducteur d'un tramway hors de contrôle qui se doit de choisir sa course entre deux voies possibles : cinq hommes travaillent sur l'une et un homme est situé sur l'autre. La voie prise par le tram entraînera automatiquement la mort des personnes qui s'y trouvent. Dans le cas des émeutiers, ces derniers ont en otage cinq personnes, ce qui fait en sorte que les deux situations amènent le sacrifice d'une vie pour en sauver cinq » (Philippa Foot - The Problem of Abortion and the Doctrine of the Double Effect, 1967)

BIBLIOGRAPHIE

-Véhicules autonomes : Ne ratons pas la révolution. - Alexandre Houle & Levy-Heidman, 2017

-Des robots dans la ville ; comment les voitures autonomes vont changer nos vies. - Jean-Louis Missika & Pierre Musseau, 2018

-Self-Driving Vehicles, the Threat to Consumers - Harvey Rosenfield

-Véhicule autonome : accompagner la transition. Perspectives d'usages et enjeux pour les différents acteurs. - IESF

-LAROUSSE Encyclopédie Intelligence Artificielle, 2019
(https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257)

-Thiemo Lang, Pieter Busscher, Senior Portfolio Manager Senior Portfolio Manager Robeco, 2018 (<https://www.robeco.com/docm/docu-rising-currents-are-lifting-evs-to-new-heights.pdf>)

-ASCONCHILO, Nadine. Laurence, BOYON. Charlotte, COUPE. Michaël, DEJODE. Xavier, DELACHE. Tu-Uyen, DINH. Annette, GOGNEAU. Gwenaëlle, JOURDREN. Nina, PIERQUET. Franck, RASSON. Marc, SOLINHAC. Florine, WONG, 2015.
(https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/GROW/automotive/Library/GEAR%202030/Working%20Group%202%20%E2%80%93%20Highly%20automated%20and%20connected%20vehicles/Reference%20documents/Topic_%20General%20studies-national%20strategies/2015_11%20synthese_bibliographique%20vehicule%20autonome.pdf)

-Observatoire national interministériel de la sécurité routière
(<https://www.onisr.securite-routiere.interieur.gouv.fr/contenus/outils-statistiques/recueil-de-donnees-annuelles>)

-Constructeurs vs GAFA : qui prendra les commandes de la voiture du futur ? - Pascal Malotti, 2018 (<https://comarketing-news.fr/constructeurs-vs-gafa-qui-prendra-les-commandes-de-la-voiture-du-futur/>)

-Tim Cook Says Apple Focused on Autonomous Systems in Cars Push, Bloomberg, 2017 (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-06-13/cook-says-apple-is-focusing-on-making-an-autonomous-car-system>)

-Interview : Voiture autonome : qui gagnera la bataille entre les GAFA et les constructeurs historiques ? - Olivier Harmant avec Jean Louis Missika, 2019 (<https://videos.lesechos.fr/lesechos/invite-des-echos/voiture-autonome-qui-gagnera-la-bataille-entre-les-gafa-et-les-constructeurs-historiques/msff81>)

-Progrès économique et technologique égal progrès social : trouver la bonne équation - Débat de l'Académie des sciences 2016, avec Daniel Cohen, Gérald Karsenti, Marie-Vorgan Le Barzic, Frédéric Mazzela, Alain Roumilhac, Bernard MEUNIER, 2016. (<https://www.canalacademie.com/ida11316-Progres-economique-et-technologique-progres-social-trouver-la-bonne-equation.html>)

-Compte rendu du Conseil des ministres du 3 août 2016, Expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques (<https://www.gouvernement.fr/conseil-des-ministres/2016-08-03/experimentation-de-vehicules-a-delegation-de-conduite-sur-le>)

-Gartner Hype Cycle, 2019
(<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>)

-Harvey ROSENFELD « Self-Driving Vehicles, the Threat to Consumers », 2017 (https://www.consumerwatchdog.org/sites/default/files/resources/self_driving_consumer_threat_report.pdf)

-Convention sur la circulation routière Conclue à Vienne le 8 novembre 1968 (<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19680244/>)

-Ordonnance n° 2016-1057 du 3 août 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques NOR: DEVR1615137R (<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/ordonnance/2016/8/3/DEVR1615137R/jo/texte>)

-The Moral Machine experiment - Edmond Awad, Sohan Dsouza, Richard Kim, Jonathan Schulz, Joseph Henrich, Azim Shariff, Jean-François Bonnefon & Iyad Rahwan (<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6>)

-Le questionnaire en question : Machine morale 2016 (<http://moralmachine.mit.edu/hl/fr>)

-Choix cornéliens (https://fr.wikipedia.org/wiki/Dilemme_corn%C3%A9lien)

-Philippa Foot, The Problem of Abortion and the Doctrine of the Double Effect 1967 (<http://www2.econ.iastate.edu/classes/econ362/hallam/Readings/FootDoubleEffect.pdf>)

-Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification - Kevin Eykholt, Ivan Evtimov, Earlene Fernandes, Bo Li, Amir Rahmati, Chaowei Xiao, Atul Prakash, Tadayoshi Kohno, Dawn Song; The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018, (http://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/papers/Eykholt_Robust_Physical-World_Attacks_CVPR_2018_paper.pdf)

-Transport Policy -The autonomous vehicle parking problem Adam MILLARD-BALL, 2019 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X18305924>)

-Self-driving car dilemmas reveal that moral choices are not universal- Amy Maxmen (<https://www.nature.com/articles/d41586-018-07135-0>)

-Intelligence artificielle et robotisation : la performance de l'IA au prix de la relation humaine ? -Camille Bourdairé-Mignot et Tatiana Gründler, 2018 (<https://journals.openedition.org/revdh/4669#ftn2>)

-Driverless Cars: Hype, Hubris and Distractions. - Ralph Nader (<https://www.counterpunch.org/2017/06/27/driverless-cars-hype-hubris-and-distractions/>)

-Voiture autonome : GAFAs, constructeurs et maintenant équipementiers, une bataille décisive sur la valeur. - Guillaume Degroisse (<https://www.linkedin.com/pulse/voiture-autonome-gafa-constructeurs-et-maintenant-une-degroisse>)

-Accidents, sécurité : pourquoi les voitures autonomes ne sont pas pour demain. - Olivier Robillart (<https://www.ladn.eu/tech-a-suivre/ia-machine-learning-iot/accidents-de-voiture-autonome-les-4-freins-au-developpement/>)

-Le chamboule-tout de la voiture autonome menace les équipementiers. - Gilles Guillaume (<https://fr.reuters.com/article/businessNews/idFRKBN1OA16P-OFRBS>)

-Les mensonges des promoteurs de la voiture sans conducteur. - Jean-Paul Baquias (<https://blogs.mediapart.fr/jean-paul-baquias/blog/270617/les-mensonges-des-promoteurs-de-la-voiture-sans-conducteur>)

-La voiture autonome lève le pied - Jean-Michel Normand (https://www.lemonde.fr/m-styles/article/2019/04/16/la-voiture-autonome-leve-le-pied_5450627_4497319.html)

Sites officiels des constructeurs :

-Waymo : <https://waymo.com/journey/>

-Tesla : https://www.tesla.com/fr_FR/autopilot?redirect=no

-PSA : <https://www.groupe-psa.com/en/story/en-route-vers-la-voiture-autonome>

L'enquête interne en Analyse de terrain : <https://forms.gle/RLFHpWEsKSy4JLGh8>

Mise à jour des Annexe 2 et 3 :

-http://www.themavision.fr/jcms/rw_470621/cartographie-des-acteurs-de-la-voiture-autonome

-https://docs.google.com/spreadsheets/d/1boT2RmKKCjvleEuS69tc-T-FH8JOpAr76s0mlKZLD_8/pubhtml

TABLE DES MATIERES

Remerciements	2
SOMMAIRE	3
Résumé et mots-clefs	4
INTRODUCTION	5
Les enjeux et la méthodologie de ce Mémoire	7
Problématiques et hypothèses	8
1) Identification et définition des concepts utilisés	10
2) L'intelligence artificielle et autres différences essentielles de la voiture autonome	
3) Les niveaux d'automatisation reconnus	16
I) L'IMPULSION INNOVATIVE A L'ORIGINE D'UNE REVOLUTION DANS LE SECTEUR AUTOMOBILE	
I.1) Les raisons d'un besoin d'innovation dans le secteur de l'automobile	19
I.2) L'intelligence artificielle comme recours logique	20
I.3) Les GAFAM, promoteurs clefs aux origines de l'innovation	21
II) LES ACTEURS DE LA COURSE AU DEVELOPPEMENT DE LA VOITURE AUTONOME	
II.1) Les constructeurs automobiles, ne souhaitant pas se faire distancer	26
II.2) Les équipementiers en reconversion	30
II.3) Les sociétés de services et leurs efforts	32
III) LES RAISONS LOGIQUES DU DEVELOPPEMENT DE CETTE INNOVATION PROMULGUEES	
III.1) Raisons sociétales	34
III.2) Raisons écologiques	36
III.3) Raisons économiques	38
IV) UNE REDEFINITION DE LA MOBILITE ENTRAINEE PAR LA VOITURE AUTONOME	
IV.1) Des conceptions différentes du progrès en lien à la voiture autonome	39

IV.2) La mutation de l'industrie automobile et l'évolution de ses acteurs en perspective

IV.3) La cohérence de la technologie dans la définition du progrès 44

V) LES DANGERS ET LIMITES DE CETTE INNOVATION

V.1) Une technologie encore limitée, qui peine à séduire 46

V.2) Les raisons de sécurité routière et pour le consommateur 48

V.3) Les raisons juridiques 50

VI) LES BESOINS D'ETHIQUE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPLIQUEE

VI.1) Les choix moraux en cas de collision inévitable 52

VI.2) Les autres besoins d'éthique 54

ANALYSE DE TERRAIN 56

CONCLUSION 62

ANNEXES 65

BIBLIOGRAPHIE 81

TABLES DES MATIERES 86