



UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN
LOUVAIN SCHOOL OF MANAGEMENT

Amélioration de la sécurité routière en Wallonie grâce aux véhicules connectés :
Utopie ou réalité ?

Promoteur : Bernard Paque

Mémoire recherche présenté par

Guillaume De Munter

En vue de l'obtention du titre de

Master en Sciences de gestion

ANNEE ACADEMIQUE 2017 – 2018

Par ces quelques mots, j'aimerais remercier certaines personnes qui ont tenu un rôle très important dans l'élaboration de ce mémoire.

A cet égard, j'aimerais tout d'abord remercier mon promoteur, Monsieur Bernard Paque, qui a su se montrer disponible pour me donner des conseils et répondre à mes interrogations.

Je remercie également Messieurs Umberto Romano et Bruno Grigiac qui m'ont accordé du temps, ainsi que toutes les personnes qui ont pris la peine de répondre à mon questionnaire.

Enfin, je souhaiterais remercier tout particulièrement ma compagne Laura qui m'a soutenu tout au long de ce travail et ma proche famille pour la relecture de ce mémoire.

Table des matières

INTRODUCTION	1
PARTIE I : LA PROBLEMATIQUE	4
PARTIE II : LA QUESTION DE RECHERCHE	6
PARTIE III : LES HYPOTHESES	7
PARTIE IV : CADRE THEORIQUE	8
CHAPITRE 1 : LA SECURITE ROUTIERE EN WALLONIE	8
LE CADRE LEGAL	8
LES DIFFERENTS ACTEURS	8
LES CAUSES DES TROUBLES A LA SECURITE ROUTIERE	10
CHAPITRE 2 : L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE	11
INTERNET DES OBJETS	12
INTERNET DES OBJETS > LE VEHICULE CONNECTE	20
INTERNET DES OBJETS > LE VEHICULE CONNECTE > LE VEHICULE AUTONOME	26
CHAPITRE 3 : LIMITES DE L'INNOVATION	33
ANALYSE SWOT	36
PARTIE V : CADRE PRATIQUE	37
INTRODUCTION	37
LE VEHICULE CONNECTE EN WALLONIE	37
EXPERIENCE PILOTE	39
L'ADOPTION D'UNE TECHNOLOGIE	45
INTRODUCTION	45
CAS DU VEHICULE CONNECTE EN WALLONIE	48
CONTENU DU QUESTIONNAIRE	54
LE ROLE DES AUTORITES	65
PARTIE VI : PISTES A DEVELOPPER	68
PARTIE VII : CONCLUSION	69
PARTIE VIII : BIBLIOGRAPHIE	73

INTRODUCTION

Le monde d'aujourd'hui est connecté. Cette phrase aurait jadis pu paraître dénuée de sens mais elle prend désormais une toute autre dimension avec l'Internet des Objets. Ce terme décrit la tendance grandissante qui vise à connecter les objets réels entre eux (PWC, 2018). Si cette tendance pouvait sembler utopique autrefois, elle est aujourd'hui une réalité indiscutable. Que ce soit avec les smartphones ou encore avec les montres connectées, l'Internet des Objets réinvente le quotidien et semble repousser chaque jour les limites du possible. La voiture ne semble pas non plus avoir échappé à cette révolution en marche puisqu'il est désormais question de véhicule connecté. Bien que certaines personnes ignorent encore de quoi il s'agit concrètement, le véhicule connecté existe bel et bien et semble avoir de belles perspectives d'avenir.

L'objectif de ce mémoire est de mieux comprendre les enjeux d'une application potentielle bien précise du véhicule connecté : l'amélioration de la sécurité routière. La sécurité routière étant depuis peu une compétence régionale en Belgique, il semble plus adéquat de porter notre attention sur une seule région en particulier : la Wallonie. Le but de ce travail est donc de mesurer à quel point le véhicule connecté pourrait contribuer à améliorer la sécurité routière en Wallonie et également de comprendre les risques ou limites potentielles qui pourraient accompagner cette innovation.

Ce travail intervient dans un cadre académique, ce qui implique une démarche scientifique rigoureuse et un esprit critique. Le but de ce mémoire n'est donc pas de répondre par un oui ou un non à une question posée. Il vise davantage à souligner la complexité de la situation dans laquelle le véhicule connecté est amené à évoluer en Wallonie. À cet effet, nous avons fait le choix de diviser notre étude en 7 parties distinctes :

La première partie de ce mémoire sera liée à la problématique de la sécurité routière en Wallonie. Il semble primordial de bien comprendre pourquoi la sécurité routière mérite encore et toujours une attention toute particulière. Des données fournies par l'Agence Wallonne pour la Sécurité Routière seront ainsi exploitées dans cette première partie afin de mesurer pleinement la problématique traitée.

La deuxième partie de ce mémoire visera quant à elle à définir rigoureusement notre question de recherche et les termes qui la composent pour déterminer précisément le champ d'étude de ce travail. C'est donc dans cette partie que nous prendrons le soin de définir ce qu'est réellement un véhicule connecté.

Deux hypothèses liées à la problématique seront alors formulées dans la troisième partie. Ces deux hypothèses traiteront d'une part de l'adoption du véhicule connecté et d'autre part, du danger potentiel pour le respect de la vie privée. Elles viseront à déterminer à quel point l'impact du véhicule connecté sur la sécurité routière en Wallonie sera fonction de son adoption par le grand public et du risque perçu pour la vie privée des usagers.

Dès lors, l'entrée dans le vif du sujet commencera par une étude théorique approfondie sur le véhicule connecté. Avant de vouloir procéder à une quelconque analyse pratique de la problématique traitée, il est primordial de bien comprendre le véhicule connecté. Cette quatrième partie respectera donc une structure en entonnoir puisque nous commencerons par décrire l'Internet des Objets avant de nous concentrer spécifiquement sur le véhicule connecté. Pour celui-ci, l'objectif sera de décrire les applications possibles du véhicule connecté en général, de passer en revue les technologies clés nécessaires à ces applications et enfin de mentionner les applications du véhicule connecté qui sont directement liées à la sécurité routière. Nous chercherons donc à vérifier s'il est d'ores et déjà légitime de penser que le véhicule connecté pourrait améliorer la sécurité routière en Wallonie. En outre, une attention toute particulière sera également portée sur le véhicule autonome puisqu'il est étroitement lié au véhicule connecté et que celui-ci constitue à lui seul un sujet de discussion (à part entière). Il convient de dire que le véhicule autonome a également le potentiel de bouleverser les codes de la mobilité et de ce fait, de la sécurité routière. Pour cette raison, nous avons fait le choix de le distinguer des autres applications du véhicule connecté pour en parler indépendamment.

La cinquième partie de ce mémoire sera quant à elle une analyse pratique du véhicule connecté en Wallonie. Nous commencerons par mentionner une expérience pilote qui nous a été décrite par un intervenant extérieur. Cette expérience avait pour objectif de mesurer comment le véhicule connecté pouvait contribuer à améliorer la politique wallonne d'aménagement de l'environnement routier. En mentionnant cette étude, nous chercherons donc à comprendre comment le véhicule connecté peut concrètement s'avérer utile pour la Wallonie. Ensuite, un sondage sera effectué sur un échantillon afin de comprendre deux

éléments distincts : d'une part, les facteurs qui favorisent ou défavorisent l'adoption du véhicule connecté selon les personnes interrogées et d'autre part, l'importance que ces mêmes répondants accordent au respect de leur vie privée. Ces informations nous permettront ainsi de mieux mesurer comment l'adoption ou non du véhicule connecté et le respect de la vie privée pourraient avoir un impact sur ses perspectives réelles en Wallonie. Enfin, une attention toute particulière sera également portée sur le rôle des pouvoirs publics dans l'adoption ou non du véhicule connecté.

La sixième partie de ce mémoire proposera aux lecteurs certaines pistes de réflexion qui pourraient faire l'objet d'études à venir. Il est évident qu'il est impossible de traiter du sujet dans son entièreté, donc nous soulignerons les points que nous ne développerons pas et qui mériteraient tout de même une étude plus approfondie.

Enfin, la partie finale de ce travail sera (bien sûr) une conclusion dans laquelle nous chercherons à nous positionner par rapport à la problématique et les hypothèses préalablement mentionnées en ayant toujours pour souci principal de rester le plus objectif et le plus critique possible.

PARTIE I : La problématique

Au 1^{er} août 2017, le parc automobile wallon regroupait plus de 2,3 millions de voitures (IWEPS, 2018). Au-delà du débat qu'il pourrait y avoir sur l'importance de ce nombre compte tenu des nouvelles possibilités de mobilité qui existent désormais (transports en commun, Uber, car sharing, ...), la thématique de la sécurité routière n'en est que plus importante. Malgré un nombre grandissant de véhicules qui parcourent les routes de la Wallonie, il est primordial de continuer à garantir aux citoyens un système routier et autoroutier à la fois sûr pour les usagers et en adéquation avec le trafic réel.

Il pourrait sembler logique de penser qu'avec un nombre plus important de véhicules sur les routes, le nombre de tués et de blessés augmenterait également. Pourtant, en parcourant les rapports officiels de la Wallonie (AWSR, 2017), il est facile de constater que malgré cela, le nombre de décédés et de blessés sur les routes n'a jamais été aussi bas (voir figure 1). Pour établir ces statistiques, l'AWSR se base sur les données collectées par les services de Police pour tous les accidents de type corporel pour lesquels ils ont été contactés ainsi que sur les données du SPF Economie DG Statistique. Dès lors, il semble légitime d'estimer que ces données souffrent d'une sous-estimation puisque la Police n'est pas systématiquement contactée lors de chaque accident corporel. Dans le cadre de ce mémoire, il sera supposé que les données souffrent d'un facteur de sous-estimation constant depuis 1991. Cette prise de position permet donc d'affirmer que la sécurité routière en Wallonie est en nette amélioration. De nombreux facteurs semblent pouvoir expliquer cette progression (l'amélioration des infrastructures et des équipements automobiles, les nouvelles limitations de vitesse ou encore le processus d'obtention du permis qui se veut de plus en plus exigeant). Toutefois, énumérer tous les facteurs et comprendre leur impact réel relève(nt) d'un travail de recherche à part entière. Dans le cadre de ce mémoire, l'objectif n'est pas d'éclaircir cet aspect. Il conviendra tout simplement de souligner cette tendance qui, selon la prise de position adoptée, se révèle positive.

Néanmoins, la situation actuelle n'est pas encore satisfaisante et tout l'intérêt de ce mémoire réside dans la sincère conviction que chaque victime que l'on recense est une victime de trop. Nous essayerons donc de développer des pistes qui pourraient potentiellement permettre de réduire encore davantage les chiffres de la sécurité routière en Wallonie.

Figure 1 : Evolution des décédés 30 jours et blessés en Wallonie de 1991 à 2016

(Source : AWSR, 2017)

Année	Décédés 30 jours	Blessés	Total victimes	Accidents corporels	Taux de mortalité	Risque de décès	Risque d'accidents	Gravité des Accidents corporels	Parc des véhicules
1991	710	25 469	26 179	17 613	217,9	15,8	641,2	40,3	N/D
1992	637	23 302	23 939	16 154	194,4	13,8	574,9	39,4	N/D
1993	633	23 878	24 511	16 607	192,2	13,4	570,9	38,1	N/D
1994	688	23 067	23 755	16 132	208,2	14,2	536,2	42,6	N/D
1995	633	22 256	22 889	15 495	191,1	13,0	511,0	40,9	N/D
1996	538	20 234	20 772	14 286	162,3	11,1	464,1	37,7	N/D
1997	573	20 263	20 836	14 278	172,5	11,6	460,9	40,1	1 662 061
1998	607	20 645	21 252	14 629	182,5	11,8	455,5	41,5	1 695 384
1999	541	20 164	20 705	14 185	162,3	10,4	428,8	38,1	N/D
2000	555	18 964	19 519	13 335	166,2	10,4	394,8	41,6	1 765 328
2001	601	18 553	19 154	13 139	179,6	11,0	378,5	45,7	1 785 787
2002	595	N/D	N/D	N/D	177,2	10,5	385,9	N/D	1 815 172
2003	498	N/D	N/D	N/D	147,9	9,0	385,9	N/D	1 847 668
2004	511	19 026	19 537	14 226	151,2	9,1	390,6	35,9	1 883 700
2005	495	19 062	19 557	13 918	145,8	8,7	380,3	35,6	1 916 684
2006	503	18 378	18 881	13 638	147,3	8,8	366,7	36,9	1 952 980
2007	512	18 669	19 181	13 802	149,0	8,7	360,2	37,1	1 990 311
2008	414	18 347	18 761	13 489	119,8	7,1	357,5	30,7	2 020 423
2009	434	18 523	18 957	13 691	124,9	7,4	359,7	31,7	2 062 592
2010	373	17 640	18 013	13 016	106,6	6,3	341,1	28,7	2 119 520
2011	404	17 980	18 384	13 448	114,6	6,9	351,1	30,0	2 154 163
2012	349	16 617	16 966	12 265	98,4	6,0	324,6	28,5	2 171 301
2013	316	15 449	15 765	11 534	88,7	5,4	304,6	27,4	2 192 093
2014	305	15 514	15 819	11 732	85,3	5,2	309,8	26,0	2 222 207
2015	326	15 194	15 520	11 462	90,8	5,6	302,7	28,4	2 323 262
2016	302	14 995	15 297	11 240	83,8	5,2*	296,8*	26,9	2 327 037
Evolution / 2015	-7,4%	-1,3%	-1,4%	-1,9%	-7,7%	-7,4%	-1,9%	-5,5%	+0,2%
Evolution / 2011	-25,2%	-16,6%	-16,8%	-16,4%	-26,8%	-24,8%	-15,5%	-10,6%	+8,0%
Evolution / 2007	-41,0%	-19,7%	-20,3%	-18,6%	-43,7%	-40,9%	-17,6%	-27,6%	+16,9%
Evolution / 1991	-57,5%	-41,1%	-41,6%	-36,2%	-61,5%	-67,4%	-53,7%	-33,3%	N/D

PARTIE II : La question de recherche

Face au défi que représente la sécurité routière pour les autorités wallonnes, l'objectif de ce mémoire sera de comprendre comment l'innovation technologique peut contribuer à la sécurité routière en apportant des solutions nouvelles. Adoptant une perspective qui se veut philosophique, de Brabandere et Mikolajczak définissent l'innovation comme le « *passage d'une réalité à une autre* » (brabandere & Mikolajczak, 2014).

Notre étude sera concentrée sur une technologie très en vogue ces dernières années : le véhicule connecté. Ainsi, l'objectif sera de comprendre comment les véhicules connectés pourraient bouleverser les codes de la mobilité et changer la réalité actuelle. Le fruit de ces recherches sera ensuite croisé avec la problématique de la sécurité routière en Wallonie pour déterminer s'il est réaliste ou non de croire que les véhicules connectés pourront contribuer à rendre les routes de Wallonie moins dangereuses. Ainsi, nous décidons de formuler notre question de recherche de la manière suivante :

« Amélioration de la sécurité routière en Wallonie par le véhicule connecté : utopie ou réalité ? »

Une fois cette question de recherche établie, il s'agira d'abord de confronter deux concepts clés : d'une part l'amélioration de la sécurité routière et d'autre part le véhicule connecté. Avant de poursuivre, il est primordial de préalablement définir clairement chacun de ces deux concepts.

En ce qui concerne le concept d'**amélioration de la sécurité routière**, l'approche privilégiée dans ce mémoire se concentre sur deux indicateurs clés : le nombre de « *décédés 30 jours* » et le nombre de « *blessés* » sur les routes wallonnes. L'AWSR (2017) définit le « *décédé 30 jours* » comme étant « *toute personne décédée sur place ou endéans les 30 jours suivant la date de survenue de l'accident* ». Un « *blessé* » est quant à lui défini comme étant « *toute personne blessée dans un accident de la circulation et dont l'état nécessite des soins médicaux (avec ou sans hospitalisation)* » (AWSR,2017). Adoptant cette perspective, améliorer la

sécurité routière revient donc à diminuer le nombre de décédés 30 jours et de blessés recensés chaque année.

Le concept de « **véhicule connecté** » est, quant à lui, beaucoup plus moderne et méconnu. PWC définit les voitures connectées, comme « *those that have access to the Internet and a variety of sensors, and that are thus able to send and receive signals, sense the physical environment around them, and interact with other vehicles or entities* » (PWC, 2016). Le concept de véhicule connecté sera davantage développé par la suite mais trois principaux aspects de la connectivité qui reflètent bien cette interaction du véhicule connecté avec le monde qui l'entoure peuvent déjà être soulignés (European Commission, 2016) : **V2V** (Vehicle-to-Vehicle) – **V2I** (Vehicle-to-Infrastructure) et **V2X** (Vehicle-to-Everything).

PARTIE III : Les hypothèses

Afin de tenter de répondre à la question de recherche, deux hypothèses sont formulées. Pour chacune, la position vis-à-vis de la question de recherche change. Chaque hypothèse mise en avant nécessitera une récolte d'informations dans un second temps. Cette méthodologie permettra de vérifier la véracité ou non de chaque hypothèse :

La 1^{ère} hypothèse :

Le véhicule connecté permettra d'améliorer la sécurité routière s'il est adopté par le marché.

La 2^{ème} hypothèse :

Le respect de la vie privée des automobilistes réduira l'impact attendu des véhicules connectés.

PARTIE IV : Cadre théorique

Chapitre 1 : La sécurité routière en Wallonie

Le cadre légal

Suite à la 6^{ème} réforme de l'Etat belge, une multitude de compétences ont été transférées du Fédéral aux Régions. Parmi celles-ci, nous retiendrons uniquement la mobilité et la sécurité routière (AWSR, 2018). Dès le 1^{er} janvier 2015, les actions de sensibilisation et de promotion de la sécurité routière ont commencé à être menées par les Régions. Dans ce contexte, le ministre wallon des Travaux Publics, Carlo Di Antonio (cdH), a fait le choix de créer l'Agence Wallonne pour la Sécurité Routière, plus connue sous l'acronyme AWSR.

Cette régionalisation de la sécurité routière a eu de nombreuses autres répercussions :

- La formation à la conduite qui inclut donc la gestion des auto-écoles et des centres d'examens du permis de conduire est désormais du ressort des Régions
- Sept catégories d'infractions ont également été sujettes à la régionalisation. La perception des amendes qui résultent de ces diverses infractions revient donc à présent directement aux Régions selon le lieu où l'infraction a été constatée.

Il faut également souligner qu'avec cette 6^{ème} réforme de l'Etat, les Régions se voient amputer d'un montant fixe chaque année pour contribuer au financement de la Police fédérale.

Les différents acteurs

La sécurité routière est gérée par différents acteurs en Wallonie (Portail de la Wallonie, 2016). Parmi ceux-ci, se retrouvent :

L'Agence Wallonne pour la Sécurité Routière :

Créée en 2014, l'AWSR a comme rôle principal la **sensibilisation à la sécurité routière**. Au-delà de cela, elle prend également en charge :

- L'analyse et la récolte des données statistiques liées à l'insécurité routière
- La coordination de sa politique de sensibilisation avec la politique de contrôle et de sanction adoptée par la police
- L'accompagnement des victimes de la route
- La présidence et la logistique du CSWSR

Le Conseil Supérieur Wallon de la Sécurité Routière :

Le CSWSR est une organisation dont le **rôle est purement consultatif**. En effet, il regroupe en son sein l'ensemble des administrations qui sont de près ou de loin concernées par la problématique de la sécurité routière. On y retrouve également des acteurs extérieurs tels que Touring ou encore les Responsible Young Drivers.

La tâche principale du CSWSR est de présenter des recommandations et des avis au ministre en charge de la sécurité routière et au Gouvernement wallon dans le but d'améliorer la sécurité routière en Wallonie.

La Police :

La Police qui reprend les 72 zones de police locale de Wallonie ainsi que la Police fédérale de la route ont pour fonction quotidienne de **contrôler et de sécuriser les routes** afin d'éviter les comportements considérés comme dangereux (ex : excès de vitesse ou conduite en état d'ivresse).

Le Service Public de Wallonie :

Le SPW est chargé du réseau routier ainsi que de l'éducation. Celui-ci se compose de différentes entités dont les fonctions sont bien délimitées :

- La direction générale des Routes et des Bâtiments (DG01) est en charge de la gestion quotidienne du réseau routier et autoroutier afin d'assurer aux usagers l'accès à des voies sûres. Ceci implique toute une série de tâches à remplir comme la maintenance de l'éclairage et la signalisation, la propreté, la gestion du trafic, etc.
- La direction générale de la Mobilité (DG02)
- Le centre PEREX, considéré comme le centre névralgique du trafic en Région wallonne, assure la surveillance du trafic ainsi que le bon fonctionnement des équipements électroniques et de télécommunication.

La SOFICO :

Depuis 2009, la Société wallonne de financement complémentaire des infrastructures est en charge de la gestion de l'ensemble des autoroutes, des domaines routiers adjacents (aires autoroutières) et des principales routes nationales qui parcourent la Wallonie. Elle a d'ailleurs collaboré avec le SPW pour mettre sur pieds le plan Infrastructures 2016-2019 dont un des objectifs est notamment la modernisation du réseau routier et autoroutier wallon.

L'institut VIAS :

Fondé en 1986 par le gouvernement belge, l'Institut Belge pour la Sécurité Routière a dû adapter sa structure après la 6^{ème} réforme de l'Etat qui prévoyait la régionalisation des compétences liées à la sécurité routière (Institut VIAS, 2018). C'est ainsi que l'IBSR s'est rebaptisé l'Institut VIAS et qu'il jouit désormais du statut de structure indépendante. C'est donc en qualité de centre de connaissances indépendant que l'Institut propose désormais ses services, que ce soit pour des clients privés ou publics. L'Institut VIAS est notamment connu pour sa célèbre campagne BOB de lutte contre l'alcool au volant.

Les causes des troubles à la sécurité routière

L'AIPCR (2006) distingue ainsi les 3 piliers principaux en matière de sécurité routière : l'environnement, le véhicule et l'individu. Elle nous explique que chaque accident de la route est le résultat d'une rupture d'équilibre entre ces 3 piliers comme nous le montre la figure 2.

Figure 2 : 3 causes principales des accidents de la route

(Source : AIPCR, 2006)

Interprétation & Implications :

Lorsque nous analysons les causes d'un accident, il y a toujours soit une erreur humaine, soit un problème mécanique, soit un problème lié à la route ou à l'environnement. C'est néanmoins souvent une combinaison de facteurs qui déclenche un accident. La figure 2 ci-dessus indique par exemple que 26% des accidents résultent à la fois d'une erreur de l'individu et d'un environnement routier inadapté (Romano, DGO1-21 : Direction de la Sécurité des infrastructures routières, 2018).

Au-delà des chiffres, ce schéma met tout de même en évidence que chacun de ces 3 piliers constitue un angle d'attaque à part entière dans la lutte pour la sécurité routière. En effet, en adoptant par exemple le point de vue de la DG01 qui est en charge de la sécurité des infrastructures routières en Wallonie, le nombre d'accidents pourrait potentiellement diminuer jusqu'à 34% rien qu'en se penchant sur l'environnement routier. En adoptant maintenant le point de vue des constructeurs automobiles, il y a également un travail d'amélioration à effectuer. En effet, la marge de manœuvre est ici de 13% en se focalisant sur l'amélioration des véhicules et des équipements.

Enfin, un chiffre-clé est mis en évidence par ce schéma : 93% des accidents de la route sont entièrement ou partiellement dus au facteur humain, c'est à dire à une erreur humaine. Dans le cadre de ce mémoire, il est évident que ce chiffre a davantage de retentissement puisqu'une des principales questions posées ici est de savoir comment améliorer le comportement des automobilistes ou s'y substituer afin de réduire cet élément qui fragilise considérablement la sécurité routière.

Chapitre 2 : L'innovation technologique

Maintenant que le contexte de la sécurité routière en Wallonie a été exposé, il est désormais temps de se pencher sur le deuxième concept : le véhicule connecté. Néanmoins, le véhicule connecté ne peut être étudié sans introduire préalablement ce que l'on appelle l'Internet of Things (IoT) en anglais ou l'Internet des Objets (IdO). Le véhicule connecté n'est finalement, comme cela sera souligné plus tard, qu'une seule application parmi toutes celles que propose l'Internet des Objets (Datacar, 2017). Il est donc primordial de replacer le contexte dans lequel celui-ci intervient.

Introduction

De nos jours, il est courant de disposer de différents objets connectés les uns aux autres. Cela semble s'être relativement banalisé et plus personne n'est surpris de voir un réveil connecté à un téléphone portable ou encore une montre reliée à un ordinateur. Bien que le véritable aboutissement d'une technologie réside souvent dans le simple fait de l'oublier, l'apparition de l'Internet des Objets a véritablement permis de réconcilier deux mondes qui semblaient précédemment n'avoir rien à se dire : le monde réel que l'on connaît et le monde virtuel que l'on développe.

Définition

Pour mieux comprendre concrètement ce qu'est réellement l'Internet des Objets, il convient de mentionner la définition proposée par PWC China :

« The Internet of Things (IoT) extends internet connectivity to a diverse range of devices and everyday things. These devices utilise embedded technology to communicate, record, and interact with the external environment using the Internet as a means of communication. The connected embedded systems include small micro-controller-based computers that do not require a human interface, but rather function independently. Instead of interacting with a human, these systems use sensors or other advanced detection mechanisms to collect data and communicate that back to a data repository or act upon the data without user interaction » (PWC China, 2018).

L'idée principale est donc de connecter entre eux les différents objets du monde physique en utilisant Internet et une multitude d'autres technologies pour fonctionner.

Impact de l'IoT sur la fabrication

Le fait de connecter les objets entre eux pour en extraire de l'information a complètement révolutionné la manière dont les objets eux-mêmes sont fabriqués. Kamigaki (2017) explique que l'incorporation de l'Internet des Objets dans les systèmes de fabrication est un processus qui peut se résumer en 3 étapes successives : la collection de données, le contrôle et l'analyse, comme illustré dans la figure 3 ci-dessous (Kamigaki, 2017).

Figure 3 : Les 3 étapes et objets de l'Internet des Objets dans le système de fabrication
(Source : Kamigaki, 2017)

1^{ère} étape : la collection de données :

La première étape du processus est celle de la collecte des données. En l'occurrence, le terme japonais « Mieruka » utilisé par Kamigaki (2017) désigne en réalité l'utilisation du contrôle visuel et est une partie intégrante de la stratégie japonaise dite « Kaizen » qui elle-même réfère à une stratégie d'amélioration continue de la qualité (Bulsuk, 2011). L'idée est donc de collecter un maximum de données pertinentes et diversifiées provenant des différents supports afin d'identifier les problèmes et de pouvoir les traiter par la suite. À ce stade-ci, les principales technologies requises sont les capteurs, les caméras et les étiquettes RFID.

2^{ème} étape : le contrôle des données :

Ensuite, les données collectées sont contrôlées par des robots et des machines. Il est primordial à cette étape de garantir la sécurité des informations collectées.

3^{ème} étape : l'analyse des données et l'automatisation :

Finalement, la dernière étape est celle de l'analyse des données. Considérant les quantités colossales d'informations, ce seront souvent des Big Data qu'il faudra donc analyser afin de gérer de manière automatisée le processus de fabrication. Pour permettre cette automatisation du processus de fabrication, la technologie de l'intelligence artificielle semble parfaitement convenir. De plus, le souci de garantir la sécurité des informations est une partie intégrante de cette 3^{ème} étape.

Technologies

Comme Kamigaki (2017) l'a souligné, l'Internet des Objets est avant tout un concept qui ne se réfère pas directement à une seule technologie en particulier. C'est une combinaison d'une multitude de technologies qui convergent dans une direction commune pour connecter les objets entre eux. Parmi ces technologies, il convient de mentionner les plus significatives.

1) Le système RFID

La technologie RFID a déjà été brièvement mentionnée précédemment mais elle est au cœur de l'Internet des Objets. À l'heure d'aujourd'hui, ce système de *Radio Frequency Identification (RFID)* fonctionnant par signaux magnétiques est utilisé par tous mais peu de gens savent réellement de quoi il s'agit. Lorsque quelqu'un utilise un badge pour rentrer dans un bâtiment, lorsqu'une personne valide tout simplement son abonnement ou son titre de transport dans le métro ou encore quand les grandes marques de luxe dissimulent une puce dans leurs produits pour pouvoir facilement prouver qu'il ne s'agit pas d'une contrefaçon, c'est cette même technologie RFID que l'on exploite (Rajaraman, 2017).

Rajaraman (2017) définit le système RFID comme un ensemble de 3 trois parties distinctes : le lecteur RFID, l'antenne à radiofréquence et enfin l'étiquette RFID comme il le montre dans la figure 4.

Figure 4 : Système RFID (Source : Rajaraman, 2017)

Le but du système RFID est de fournir une réelle identité électronique à chaque objet équipé d'une puce RFID ((Benghozi, Bureau, & Massit-Folléa, 2009) permettant ainsi de le reconnaître de façon individuelle et unique pour ensuite en récolter les données.

2) Les solutions de connectivité

Au-delà de l'identité électronique fournie par le système RFID, l'idée centrale de l'Internet des Objets reste bien sûr la connectivité. Dès lors, il est important de s'interroger sur les solutions qui existent actuellement pour connecter les objets entre eux. McKinsey (2017) nous enseigne qu'il existe actuellement plus d'une trentaine de solutions proposées mais chacune a ses avantages et ses inconvénients (McKinsey, 2017). Dès lors, chaque acteur de l'Internet des Objets doit définir quelle solution de connectivité privilégier en tenant compte de ses limites. Les principaux critères de sélection sont évidemment la bande passante et la portée mais il est également primordial de tenir compte du coût de la solution envisagée ou encore de sa fiabilité. Le choix de la solution de connectivité est capital pour les fabricants de dispositifs connectés car miser sur la mauvaise solution pourrait mener leur produit à l'obsolescence. Ces différentes solutions de connectivité peuvent être regroupées en 4 catégories principales : les

solutions de connectivité sans licence /non-autorisées, les technologies LPWA (« Low-Power, Wide Area »), la connectivité cellulaire et enfin la connectivité extra-terrestre.

1) La connectivité sans licence

Ces solutions ne sont pas sous la licence d'une compagnie en particulier, chacun y a accès facilement. Elles sont peu coûteuses et chacun, que ce soit un particulier ou une entreprise, peut gérer son propre réseau sans devoir compter sur un opérateur mobile pour le faire. Malheureusement, ces solutions sont facilement sensibles aux interférences (électriques ou contraintes environnementales) et sont incapables d'émettre une connexion sur une grande distance. L'exemple le plus connu de connectivité sans licence est le Wi-Fi qui propose une excellente bande passante (jusqu'à 1 giga byte / seconde).

2) LPWA

Relativement récentes, les solutions LPWA signifient « Low Power, Wide Area » ce qui implique 2 caractéristiques primordiales : d'une part, elles consomment peu d'énergie ce qui permet aux dispositifs d'être connectés et d'opérer pendant de longues périodes et d'autre part, elles permettent une plus grande couverture qui peut aller jusqu'à 500 m de la borne. Ce chiffre est évidemment à considérer avec précaution car il varie selon les environnements (plus faible couverture en ville ou dans les sous-sols). De plus, les solutions LPWA sont fiables et peu coûteuses ce qui les rend très prometteuses pour les années à venir. Bien qu'elles soient d'ores et déjà attendues comme étant utilisées dans la plupart des applications de l'Internet des Objets d'ici 2022, il est actuellement impossible que les réseaux LPWA deviennent la solution majoritaire aujourd'hui car seulement 20% environ de la population mondiale a actuellement accès à cette couverture réseau.

3) Connectivité cellulaire

Actuellement au stade de la 4G LTE, la connectivité cellulaire propose de nombreux avantages : une large bande passante allant jusqu'à 100 mégabytes / seconde, une grande couverture de plus de 10 km, une bonne fiabilité ainsi qu'une bonne disponibilité. Celle-ci pourrait être perçue comme la solution idéale en comparaison avec celles précédemment mentionnées mais elle présente tout de même deux désavantages de taille : d'une part son coût

qui s'avère être bien plus important que le Wi-Fi par exemple et d'autre part son grand besoin en batterie.

4) Connectivité extra-terrestre

La connectivité extra-terrestre est la plus coûteuse et est principalement utilisée quand les autres solutions de connectivité ne sont pas possibles d'un point de vue pratique. Celle-ci inclut par exemple les satellites ou encore d'autres technologies qui émettent des hyperfréquences. La connectivité extra-terrestre propose les caractéristiques suivantes : bande passante faible à moyenne, large couverture, et fiabilité et disponibilité considérées comme moyennes à hautes. Pour illustrer cette solution de connectivité par un exemple, nous pouvons par exemple mentionner la défense de certains pays qui utilisent cette connexion pour diriger des drones. Sur le plan industriel, cette solution est assez rarement utilisée.

Dans la figure 5 reprise ci-dessous, McKinsey (2017) a voulu synthétiser ces 4 mêmes grandes catégories de solutions de connectivité en soulignant 3 critères en particulier : la bande passante, la couverture et la consommation de la batterie.

Figure 5 : Les 4 catégories de solutions de connectivité selon leurs spécificités respectives

(Source : Mc Kinsey, 2017)

3) Les capteurs

Ding *et al* (2017) nous expliquent que les véhicules connectés sont équipés de plus en plus de capteurs. Ceux-ci permettent d'accroître considérablement la quantité de données collectées. Ainsi, des données qui étaient précédemment inaccessibles sont désormais disponibles. Cela inclut par exemple la vitesse, la position, la longueur d'un embouteillage, etc. Ces capteurs sont destinés à communiquer un maximum d'informations avec l'extérieur mais ils s'appliquent également au véhicule en question (Ding, Lu, Dai, Lu, & Wang, 2018). Pour illustrer ceci, ces nouvelles données collectées permettent d'élargir considérablement le champ des applications possibles.

Autres technologies

Au-delà des technologies précédemment mentionnées, il y en a également de nombreuses autres. Citons par exemple le **Big Data** qui est une terminologie qui suscite énormément d'engouement depuis plusieurs années. Elle signifie « *a voluminous amount (terabytes, petabytes, exabytes, or even zettabytes) of structured, unstructured, and semi-structured data which could be mined for information* » (Mahmood, Zen, & Hilles, 2018).

Il y a également l'**intelligence artificielle**. Comme Khan (2013) nous l'explique par exemple avec les véhicules autonomes, l'idée est d'équiper les machines de réelles fonctions cognitives (Khan, 2013). Sans rentrer dans des détails de type technique, il faut tout de même retenir que chaque application dans laquelle l'intelligence artificielle semble avoir quelque chose à apporter présente ses propres conditions. L'architecture d'un système d'information qui permettra à l'intelligence artificielle d'opérer est directement liée à l'application dont il est question.

Enfin, il ne faut pas oublier de mentionner un élément qui est également très en vogue : le **Cloud Computing (CC)** que Gartner (2018) définit comme « *a style of computing in which scalable and elastic IT-enabled capabilities are delivered as a service using Internet technologies* ».

Applications

Comme expliqué précédemment, l'Internet des Objets est véritablement une révolution qui concerne de nombreuses industries et qui est amené à bouleverser de nombreux aspects de notre quotidien. Pour illustrer ce propos, il semble intéressant de parcourir ensemble une synthèse des applications rendues possible par l'Internet des Objets (KPMG, 2017). Pour ce faire, basons-nous sur une synthèse dressée originalement sous forme d'illustration par KPMG (2017) (Voir annexe 4). Il est toutefois évident que ce champ d'applications est enclin à s'élargir de jour en jour. Pour chaque secteur considéré, certains exemples d'applications seront mentionnés :

Secteur	Applications
Santé	Dispositifs médicaux intelligents, algorithmes de diagnostic, observation des patients, prescription intelligente
Banque & Assurance	Payement mobile, modélisation prédictive d'assurances
« Smart City » * (définition p.20)	Police prédictive, gestion intelligente des infrastructures de la ville, vidéo surveillance
Mobilité individuelle	GPS, car sharing, conduite automatisée, véhicules connectés
Transport public	Trains sans conducteur, autoroutes connectées, transports publics adaptés à la demande
Fabrication industrielle	Automatisation de la fabrication, entrepôt intelligent, surveillance d'usine
Chimie & Pharmaceutique	Traçage de médicaments, gestion des maladies chroniques, pilules intelligentes
Vente au détail	Localisation en magasin, retail connecté, vêtement connecté
Espace domestique	Domotique, amélioration de la sécurité
Agriculture	Désherbage automatisé, essais sur terrain automatisés
Transport & Loisirs	Gestion de l'environnement, réservations, vente de tickets
Énergie	Mesure avancée des infrastructures, contrôle et récolte de données

* Rao et Prasad (2018) ont proposé une définition du concept de « smart city ». Selon eux, une ville intelligente et durable est une « *innovative city which uses multiple technologies and other means to improve the efficiency of the city's operation and services, thereby enhancing the quality of life of its citizens and ensures sustainability with respects to economic, social and environmental aspects* » ((Rao & Prasad, 2018).

Internet des Objets > Le véhicule connecté

Maintenant qu'il a été établi que le véhicule connecté n'est qu'un maillon de la potentielle révolution industrielle mise en route avec l'Internet des Objets, il est désormais temps de se focaliser tout particulièrement sur cette application.

Définition

Pour rappel, PWC (2016) définit les voitures connectées comme « *those that have access to the Internet and a variety of sensors, and that are thus able to send and receive signals, sense the physical environment around them, and interact with other vehicles or entities* ». Il semble intéressant de croiser cette définition avec celle fournie par la Commission Européenne (2015). Celle-ci décrit la voiture connectée, dans l'état actuel des choses, comme « *a platform that enables the exchange of information between the car and its surroundings, either through local wireless networks or via the internet* » (European Commission, 2015). Force est de constater que la définition du véhicule connecté varie assez fort d'une partie prenante à une autre. Un élément commun à toutes les définitions du véhicule connecté est mis en avant : les interactions avec son environnement. Ainsi, il conviendra d'affirmer qu'un véhicule connecté est un véhicule qui interagit avec son environnement. Les 3 principales catégories d'interaction du véhicule connecté avec son environnement sont (European Commission, 2015) :

- Vehicle-to-Vehicle (V2V)
- Vehicle-to-Infrastructure (V2I) ou Infrastructure-to-Vehicle (I2V)
- Vehicle-to-Device (V2X) reprenant tout ce qui n'intervient pas dans les 2 catégories précédentes.

Applications

La Commission Européenne (2015) a dressé une liste des 7 principales catégories de produits qui composent le segment de la voiture connectée :

- Gestion de la mobilité :

Cette catégorie reprend principalement les applications dont le but est d'améliorer le trafic et ainsi de permettre aux usagers d'arriver à destination de manière optimale c'est-à-dire au moindre coût relatif, de manière sécurisée et le plus vite possible. Cela comprend par exemple les GPS améliorés, la coordination du trafic, les systèmes d'information quant au parking, etc. Dans ce même ordre d'idée, une intersection est typiquement le genre d'espace où le flux du trafic n'est pas optimal (Lioris, Pedarsani, Tascikaraoglu, & Varaiya, 2017). En effet, il n'y a qu'une seule bande sur quatre qui peut passer à la fois. Selon eux, un « cruise control » adaptatif pourrait permettre de mieux organiser le trafic à une intersection et d'optimiser le flux de véhicules qui y passent.

- Gestion du véhicule :

Il s'agit des applications visant à mieux gérer le véhicule au quotidien : réduire les coûts opérationnels, mieux l'entretenir, le rendre plus facile d'utilisation, etc. Pour illustrer ces produits, il faut tenir compte de l'information améliorée sur l'état du véhicule, les rappels d'entretien adaptés, etc. Dans ce même ordre d'idée, il est également pertinent de souligner l'impact que l'internet des objets et tout particulièrement les véhicules connectés pourraient avoir sur le fonctionnement du système d'assurance automobile par exemple (Derikx & de Reuver, 2016). Ils expliquent ainsi que les assurances auront accès à des informations beaucoup plus individualisées sur les comportements des différents conducteurs et pourront ainsi proposer des offres plus adaptées à chacun.

- Le divertissement :

Le véhicule connecté apporte également une grande valeur ajoutée en termes de divertissement à l'intérieur du véhicule. En effet, les usagers pourront désormais se connecter sur internet pour écouter de la musique, voir un film en streaming ou encore rester connectés aux réseaux sociaux.

- La sécurité :

Evidemment compte tenu du sujet de ce mémoire, le véhicule connecté a également un impact sur la sécurité. Ces applications servent à protéger la sécurité du conducteur, des passagers et des autres usagers de la route. La Commission Européenne (2015) fait la distinction entre les applications de « sécurité forte » et les applications de « sécurité faible ». La première catégorie fait référence aux applications dont le but est d'éviter les accidents imminents ainsi que de diminuer leur impact. Parmi celles-ci figurent les systèmes de prévention des collisions ou encore les systèmes d'avertissement d'angle mort. En revanche, les applications de sécurité faible visent à répondre à des besoins qui ne requièrent pas nécessairement une réaction immédiate comme par exemple les alertes météo, l'avertissement des embouteillages, etc. Les applications ayant un impact sur la sécurité seront revues dans une section indépendante de ce mémoire dans laquelle nous dresserons une liste des applications potentielles connues à ce jour.

- La conduite autonome :

À l'heure actuelle, il faut faire la distinction entre la voiture partiellement autonome d'une part et la voiture complètement autonome d'autre part. Ce point fera l'objet d'une attention toute particulière par la suite.

- Le bien-être :

Ces applications sont dédiées à l'amélioration du confort du conducteur ainsi qu'à une rigoureuse supervision de ses capacités à conduire. Cela inclut par exemple les systèmes de détection de fatigue ou encore l'appel automatique des urgences pour obtenir une assistance médicale.

- L'intégration domestique :

Moins connue bien qu'émergente, il y a également une réelle tendance qui vise à associer les systèmes internes des véhicules à ceux de la maison. Cela peut sembler surprenant et dur à comprendre à ce stade-ci mais ces propos peuvent s'illustrer avec la gestion intelligente du thermostat ou encore de l'alarme anti-cambrioleur une fois que le véhicule se rapproche de l'habitation de son propriétaire.

Technologies

Comme Mc Kinsey (2017) l'a mentionné, les défis technologiques que le véhicule connecté se doit de relever dépendent très fortement des applications que l'on vise à exploiter. Pour rappel, ils avaient décrit les 4 catégories de solutions de connectivité qui rendaient possible l'Internet des Objets : sans licence, cellulaire, LPWA et extra-terrestre.

Dans le cadre de l'industrie automobile en particulier, Mc Kinsey (2017) précise son propos et avance qu'il y a :

- un besoin élevé en connectivité non-cellulaire à courte portée (type Wi-Fi ou Bluetooth) pour la connectivité interne (ex : divertissement)
- un faible besoin en connectivité LPWA
- un besoin élevé en connectivité cellulaire et autres à longue portée pour apporter un réel contenu au véhicule en question.

Ainsi, la première technologie qu'il semble primordial de mentionner est le « Global Positioning System », plus connu sous l'acronyme **GPS** et qui fonctionne par technologie satellite. La technologie GPS s'est fortement démocratisée avec les années et est désormais très répandue, sa première utilisation étant bien sûr la navigation. Comme Wang *et al* (2014) l'ont souligné, le système GPS a une précision moyenne de 8 à 12m. Ceux-ci déplorent toutefois une précision insuffisante pour assurer toutes les applications potentielles du véhicule connecté ainsi qu'un signal qui manque de stabilité (pertes de signal occasionnelles) (Wang, Ni, & Li, 2014).

Pourtant, le succès de nombreuses applications de la voiture connectée dépend de la précision du signal ainsi que de sa fiabilité. C'est donc en vue de contrecarrer les limites de la technologie GPS que Wang *et al* (2014) proposent la **technologie RFID** comme solution idéale pour pouvoir échanger des données plus précises sur la position du véhicule. Pour rappel, la technologie RFID avait été précédemment décrite comme étant cruciale pour le développement de l'Internet des Objets.

Enfin, en termes de connectivité, il est impératif de mentionner l'arrivée imminente de la **5G** prévue pour 2020 au plus tôt. La 5G se veut comme la nouvelle génération de réseau cellulaire c'est-à-dire proposant un débit jusqu'à 10 fois supérieur à la 4G. La 5G offre

désormais la perspective de pouvoir subvenir à l'énorme besoin en connectivité nécessaire pour le transfert des masses de données produites par les véhicules connectés et autonomes (Belfiore, 2018).

La voiture connectée & la sécurité

Sachant que le sujet de ce mémoire reste bien sûr directement lié à la sécurité routière, il convient d'examiner de manière plus précises les applications liées à la sécurité. Dans ce but, il semble intéressant de croiser la liste des applications perçues par le Département US des Transports ou 'USDOT' (2018) avec les perspectives d'autres experts (United States Department of Transportation, 2018):

Dans le cadre de la sécurité V2I, l'USDOT (2018) recense :

- Des applications qui visent à éviter la **violation du feu rouge** en diffusant les informations des feux de signalisation directement au véhicule
- Des applications qui avertissent le conducteur en cas de **vitesse excessive à l'approche d'un tournant**.
- Des applications dont le but est de **prévenir les collisions** à une intersection marquée par un stop.
- Des applications pour prévenir les conducteurs en cas de **conditions météorologiques défavorables**.
- Des applications pour inciter les conducteurs à réduire leur vitesse ou changer de bande en cas de **travaux sur la route**
- Des applications visant à prévenir les opérateurs de bus d'éventuels **piétons** sur leur route.

Dans le cadre de la sécurité V2V, l'USDOT (2018) mentionne :

- Des applications pour prévenir préalablement le conducteur en cas de **freinage important sur la route** afin qu'il dispose de plus de temps pour évaluer la situation.
- Des applications pour **éviter les accidents imminents ou limiter leur impact**.

- Des applications dont le but est d'assister le conducteur lorsqu'il a pour intention de **passer une intersection** et que quelque chose sur la route l'empêche de voir pleinement ce qui vient de la route qu'il croise.
- Des applications pour prévenir le conducteur qui désire **tourner à gauche** en croisant le trafic opposé si la situation est considérée comme dangereuse.
- Des applications pour lutter contre **l'angle mort** en prévenant le conducteur de l'existence d'autres véhicules sur une bande adjacente ainsi que des applications pour éviter les accidents dus aux **changements de bande**. D'après une série de simulations effectuées par Bulumulle et Bölöni (2016), il semblerait que la communication V2V puisse largement compenser l'inattention dont peuvent faire preuve les conducteurs ainsi que les importants angles morts qui sont dus à des rétroviseurs mal positionnés (Bulumulle & Bölöni, 2016)
- Des applications pour éviter les accidents frontaux lorsqu'un conducteur entreprend d'en **dépasser un autre**. Celles-ci avertiraient préalablement le conducteur de ne pas se lancer dans une telle manœuvre.

Au-delà des applications mentionnées ci-dessus, de nombreuses autres applications existent également, telles que :

Des applications permettant d'avoir un **système de freinage complètement autonome** (Doecke, Grant, & Anderson, 2015). Ces applications ont prouvé leur potentiel à travers différentes études mais elles s'avèrent toujours relativement dépendantes de la précision des données transférées. En exposant les résultats de leur étude, Doecke *et al* souligne que 86% des accidents simulés ont pu être évités grâce à un système de freinage complètement autonome calibré à une gravité de 0,7 et que l'impact de tous les accidents simulés s'est vu réduit par cette technologie.

Des applications permettant d'éviter les **accidents secondaires** en prévenant les usagers d'une même route d'arriver avec précaution (Yang, Wang, & Xie, 2017). La figure 6 ci-dessous permet d'illustrer la notion d'accident secondaire.

Figure 6 : Accident secondaire (Source : Yang et al, 2017)

Internet des Objets > Le véhicule connecté > Le véhicule autonome

Pour une bonne compréhension de ce mémoire, il est important de bien différencier le véhicule connecté du véhicule autonome dont les médias parlent souvent. Pour rappel, nous nous étions accordés sur le fait qu'un véhicule connecté était un véhicule capable d'interagir avec son environnement, que ce soit avec les autres véhicules sur la route (V2V), avec les infrastructures (V2I) ou encore avec les éléments restants (V2X). À l'inverse, le véhicule autonome est quant à lui plus connu sous les appellations « self-driving cars » ou encore « robotic cars ». PWC (2016, p. 10) souligne qu'à la différence des véhicules connectés, les voitures autonomes « *operate without a human driver, which reduces the cost of transportation and improves convenience and (in most cases) safety* ». Les enjeux et défis du véhicule autonome vont encore au-delà de ceux du véhicule connecté dont il est fait partie. C'est d'ailleurs pour cette raison que **le véhicule autonome est souvent perçu comme l'aboutissement final du véhicule connecté** (PWC, 2016, p. 55).

Ainsi, il semble évident que d'un point de vue pratique, une voiture autonome se doit d'être connectée pour pouvoir opérer pleinement mais qu'une voiture connectée n'est pas forcément autonome.

Contexte général

Malgré cette course acharnée pour mettre le 1^{er} véhicule autonome sur le marché dans laquelle des géants tels qu'Apple, Google et Uber sont clairement engagés, force est de constater que la technologie d'aujourd'hui n'est pas encore aussi avancée que ce que l'on pourrait espérer. Que ce soit en mars 2018 avec un véhicule autonome d'Uber ou plus

récemment avec le modèle S de Tesla équipé du logiciel *Autopilot*, plusieurs accidents qui ont coûté des vies sont déjà à déplorer (La Libre, 2018).

Définition

Il est maintenant temps d'étoffer la définition précédemment citée du véhicule autonome proposée par PWC (2016) en mentionnant ce que l'on attend réellement d'une telle technologie. Casner *et al* (2016) nous expliquent que la voiture autonome permettra de mettre à profit le temps passé sur la route, d'améliorer le trafic, de réduire le nombre d'accidents et également de permettre à chacun de pouvoir profiter d'un transport personnel indépendamment de sa condition ou de sa capacité à conduire (Casner, Hutchins, & Norman, 2016).

Lorsqu'il est question de véhicule autonome, il est important de comprendre que cela ne se réfère pas à une technologie unique en particulier mais bien à un ensemble de technologies qui cohabitent dans un même véhicule pour le rendre autonome. Il s'agit ainsi des « *Autonomous Vehicle Technologies* ». Kalra et al. (2009) les définissent comme « *those technologies that gather information about the environment and autonomously make judgements about driving to inform the driver, take partial control of the vehicle, or drive the car autonomously without any human intervention* » (Kalra, Anderson, & Wachs, 2009).

2 types de véhicules autonomes

Selon Glancy (2012), il faut différencier 2 types de véhicules autonomes : il y a d'une part les « *self-contained* » et d'autre part les « *interconnected* ». (Glancy, 2012)

Les véhicules autonomes dits « *self-contained* » opèrent uniquement d'après les informations générées par le véhicule en question. Ils sont donc indépendants et pour ce faire, ils sont équipés de technologies qui leur permettent de percevoir et d'appréhender leur environnement. (Glancy, 2012). Parmi ces technologies, figurent les capteurs ou encore les caméras.

À l'inverse, le second type de véhicules autonomes dits « *interconnected* » opèrent grâce à l'utilisation d'un ou plusieurs réseaux de communication afin de connecter le véhicule aux

infrastructures, aux autres véhicules, au trafic et à d'autres éléments afin d'en retirer un maximum d'informations et d'ainsi fonctionner. (Glancy, 2012). Cette définition du véhicule autonome « interconnecté » permet de faire le lien avec le véhicule connecté et permet d'en mesurer pleinement sa dépendance. C'est d'ailleurs dans cet ordre d'idée que KPMG et CAR (2012) affirment que pour qu'un véhicule soit pleinement autonome, il faut forcément une complémentarité et une convergence de ces deux types de technologies (KPMG & CAR, 2012).

Niveaux d'automatisation

Il existe différents niveaux d'automatisation du véhicule qui ont été référencés par la National Highway Traffic Safety Administration (National Highway Traffic Safety Administration, 2018). Le NHTSA est un organisme du gouvernement américain qui fait partie du Département des transports (USDOT). Parmi ces différents niveaux, figurent :

- Le **niveau 0** c'est-à-dire celui des véhicules entièrement manuels
- Le **niveau 1** réfère aux véhicules qui sont uniquement équipés de logiciels systèmes opérationnels de contrôle tels que l'assistance au freinage par exemple ou encore le Cruise Control.
- Le **niveau 2** fait référence aux véhicules donc plusieurs automatisations liées à la conduite opèrent en même temps. Pour illustrer le niveau 2, il convient de mentionner le pilotage sur autoroute et le système de pilotage en situation d'embouteillage. Ces deux systèmes combinent tous les 2 un système de cruise control qui s'adapte aux variations de vitesse du véhicule qui se trouve en face ainsi qu'un système de maintien du véhicule au sein de la bande. À ce niveau, la NHTSA estime que la supervision humaine reste tout de même nécessaire.
- Le **niveau 3** va un cran plus loin en reprenant les véhicules automatisés qui prennent en charge toutes les tâches liées à la conduite pour une période prolongée. A ce stade-ci, l'intervention de l'humain est conditionnelle c'est-à-dire que dans certaines conditions, le véhicule peut avertir le conducteur de reprendre le contrôle. Ce niveau permet un niveau de confort plus élevé en garantissant une transition paisible d'un mode de conduite à un autre.
- Le **niveau 4** représente le niveau ultime puisque c'est le niveau de l'automatisation dite complète. Une fois que ce niveau sera atteint et que cette technologie sera réellement

adoptée par le marché, ces véhicules ne seront plus que de simples dispositifs de mobilité dans lesquels la seule opération à effectuer sera l'insertion de la destination dans le système.

Compte tenu des nombreux obstacles à surmonter et du rythme auquel les véhicules sont remplacés dans le monde, Casner *et al* (2016) soulignent que cette transition technologique s'étalera sur plusieurs décennies durant lesquelles de plus en plus de fonctions se verront automatisées. La notion de temps est un élément important à prendre en compte dans l'évaluation de telles technologies, qu'il s'agisse du véhicule autonome ou plus modestement du véhicule connecté, puisqu'il met en perspective une limite concrète à certaines attentes qui peuvent s'avérer être irréalisables dans un futur trop proche.

Le « Hype Cycle » de Gartner

Gartner est une entreprise américaine de conseil et de recherche dans tout ce qui concerne les techniques avancées (Digora, 2018). Ils publient chaque année le fruit de leurs études sous la forme d'une courbe d'évolution appelée « Hype Cycle » qui se compose des 5 étapes successives d'une technologie émergente. Ces 5 étapes tiennent compte de 2 facteurs : la maturité et la visibilité.

À l'aide des courbes d'évolution des tendances de Gartner de 2013, 2015 et 2017 (voir figure 7 – 8 – 9 ci-dessous), il est intéressant d'observer la position que le véhicule connecté a obtenu et sa progression au cours des dernières années (Gartner, 2013). Avant toute chose, il faut souligner que Gartner mentionne uniquement le véhicule autonome et non le véhicule connecté. Ils définissent un véhicule autonome comme étant un véhicule

« that can drive itself from a starting point to a predetermined destination in “autopilot” mode using various in-vehicle technologies and sensors, including adaptive cruise control, active steering (steer by wire), anti-lock braking systems (brake by wire), GPS navigation technology, lasers and radar » (Gartner, 2018).

Cela peut être interprété comme la preuve que le « véhicule connecté » est un terme bien trop général qui fait référence à de nombreuses technologies et à des applications diverses et

variées (sécurité, divertissement, voiture autonome, confort, ...). À l'opposé, le véhicule autonome est quant à lui bien plus ciblé.

Figure 7 : Cycle des tendances des technologies émergentes en 2013

(Source : Gartner, 2013)

Figure 8 : Cycle des tendances des technologies émergentes en 2015

(Source : Gartner, 2015)

Figure 9 : Cycle des tendances des technologies émergentes en 2017

(Source : Gartner, 2017)

Interprétation :

Le véhicule autonome semble avoir atteint son pic d'engouement en 2015. C'est en 2015 en effet que cette innovation émergente a été le plus sujette à des attentes exagérées. Nous pouvons d'ailleurs remarquer qu'à l'époque, Gartner estimait que le véhicule autonome atteindrait le plateau de productivité en 5 à 10 ans. (Gartner, 2015)

Aujourd'hui, il semblerait que le véhicule autonome ait clairement entamé sa phase de déclin caractérisée par une désillusion grandissante. (Gartner, 2017). De plus, la période estimée pour qu'il atteigne le plateau de productivité a été revue à la hausse et est désormais estimée à plus de 10 ans. Dès lors, nous comprenons que le développement et le futur du véhicule autonome restent donc fragiles car nul ne peut garantir qu'une innovation émergente atteindra le plateau de productivité ou encore déterminer en combien de temps. La complexité technique qu'il y a derrière une innovation technologique ou encore l'adoption du marché restent par ailleurs un des éléments cruciaux qui peuvent aisément influencer le développement ou non d'une technologie. L'approche pragmatique adoptée nous oblige à tenir compte du caractère incertain de l'avenir du véhicule autonome.

Prévisions

Pour prendre pleinement la mesure du marché dont il est question, il convient d'examiner brièvement les revenus estimés de la voiture connectée selon la gamme de produits dont il est question (Figure 10). Bien que ces estimations puissent être faussées par des intérêts privés, cela reste tout de même intéressant d'observer les tendances qui sont attendues.

Figure 10 : Estimations des revenus du véhicule connecté par gamme de produit d'ici 2022
(Source : PWC, 2016)

Il est aisément constatable que le marché du véhicule connecté est en plein essor et qu'il y a de grosses attentes pour l'avenir. Il faut également noter que l'accent sera davantage mis sur la sécurité et la conduite automatisée que sur les services connectés qui suscitaient pourtant plus d'intérêt précédemment.

Chapitre 3 : Limites de l'innovation

Le cadre théorique a débuté par une introduction sur l'Internet des Objets pour ensuite expliquer que le véhicule connecté n'était finalement qu'un maillon de l'écosystème grandissant que l'Internet des Objets représentait. Par la suite, c'est une application bien particulière du véhicule connecté qui a davantage été développée : la conduite autonome. Il est important de continuer à bien distinguer le véhicule connecté du véhicule autonome.

Désormais il convient d'adopter une approche plus générale à nouveau pour revenir au sujet même de ce travail : le véhicule connecté. Bien que nous puissions le considérer comme enclin à révolutionner les codes de la mobilité, il est tout de même important d'adopter une perspective différente et de jeter un œil critique sur les bouleversements néfastes que cela pourrait également susciter. Certains protagonistes soulignent d'ores et déjà certains aspects potentiellement négatifs qu'on ne peut ignorer. Parmi ceux-ci, figurent :

Le respect de la vie privée :

Derikx *et al* (2015) ont mis en évidence qu'avec une quantité importante de données collectées à travers les véhicules connectés, il y aurait très vite un enjeu de respect de la vie privée. Ils nous expliquent que les consommateurs perçoivent les données personnelles comme ayant une réelle valeur qui varie selon le type d'information. Le comportement du consommateur est par exemple considéré par celui-ci comme plus précieux que sa localisation. Ainsi, une manière de compenser cette atteinte à la vie privée se traduit par une récompense concrète. Dans le cadre des assurances, celles-ci pourront offrir des polices d'assurances adaptées à l'usage réel de chacun, traduisant ainsi un gain potentiel perçu comme une récompense compensatoire.

Malhotra *et al* (2004) ont quant à eux mis en exergue que les craintes liées au respect de la vie privée avaient généralement un effet néfaste sur l'intention d'un consommateur d'exploiter un service digital (Malhotra, Kim, & Argawal, 2004). Il est donc primordial de créer un climat apaisé et clair afin de promouvoir pleinement le potentiel des véhicules connectés.

La cohabitation entre les véhicules connectés et les autres véhicules :

Comme l'expliquent Talebpour et Mahmassani (2016), le trafic sera amené à être hétérogène c'est-à-dire contenant des véhicules connectés et des véhicules plus anciens qui ne le sont pas (Talebpour & Mahmassani, 2016). Dès lors, cela implique un risque lié au fait que seuls les véhicules situés dans la zone de détection des capteurs du véhicule connecté seront observables par le véhicule qui en tiendra compte. En poussant le raisonnement un cran plus loin, cela implique qu'il faut soit que la zone de détection soit très importante soit que le véhicule connecté roule à une vitesse suffisamment faible pour pouvoir freiner en cas de décélération d'un véhicule non connecté en face. D'un point de vue purement technologique, cela représente un réel défi que de pouvoir rendre cette cohabitation possible tout en satisfaisant les attentes liées aux véhicules connectés.

Dilemmes éthiques :

En effet, Sparrow et Howard (2017) mentionnent par exemple ce que l'on appelle le « dilemme du tramway » (« trolley problem » en anglais). Il s'agit d'une situation dans laquelle une personne a le choix de nuire à un individu / groupe d'individus ou alors d'effectuer une manœuvre pour le(s) sauver mais qui nuirait inévitablement à un autre individu ou groupe d'individus (Sparrow & Howard, 2017). Dans un tel cas, serait-il éthique d'effectuer une telle manœuvre ? Avec de plus en plus de véhicules connectés qui parcourront les routes, voire même des véhicules autonomes, il est évident que cette discussion aura encore davantage de pertinence. Pour l'expliquer, prenons l'exemple d'un accident durant lequel il y aura inévitablement quelqu'un qui perdra la vie à cause d'une situation non-contrôlée.

Dans une telle situation, la décision de qui sauver et qui épargner serait donc prise de manière automatique sur base d'un algorithme configuré. Dès lors, cela soulève évidemment de nombreuses questions morales :

- Quels critères devront être pris en compte lors de la programmation des véhicules : le nombre de passagers à bord ? l'âge du conducteur ? le nombre d'enfants à bord ?
- Comment garantir que le choix de ces critères soit le plus pertinent ?
- Qui va établir ces algorithmes : les constructeurs ou l'Etat ? Dans le cas où chaque constructeur établirait son propre algorithme, ne serait-ce finalement pas équivalent à avoir plusieurs codes de la route dans une même zone géographique ?

La cybersécurité :

Bien que la problématique de la cybersécurité touche les véhicules connectés de manière générale avec notamment le respect de la vie privée, cela prend une toute autre dimension avec le véhicule autonome puisque tout y est informatisé.

Comme le souligne PWC (2016), cette migration importante du hardware au software au sein de l'industrie automobile est une porte ouverte aux pirates informatiques mal intentionnés. Avec le développement des véhicules autonomes, la cybersécurité est devenue une priorité à cause de l'adoption de technologies de plus en plus sophistiquées (Lee, 2017). Lee (2017) souligne la capacité de certains pirates à s'emparer du contrôle du véhicule ou encore à introduire des virus nuisant au bon fonctionnement de certains composants primordiaux tels que les freins ou la transmission.

Un cadre légal inexistant :

Quand une technologie voit le jour, son caractère nouveau implique forcément que des questions qui n'avaient pas lieu d'être auparavant doivent désormais trouver des réponses. D'un point de vue législatif, la logique est la même. Pour illustrer cette problématique du manque de législation en vigueur, PWC (2016, p. 11) mentionne la ceinture de sécurité qui était proposée en option en 1949 mais qui n'a été rendue obligatoire qu'en 1970 par les autorités australiennes. Il est donc primordial que les autorités, belges ou européennes, fixe un cadre légal rigoureux qui permettra de garantir la sécurité de chacun, en particulier avec l'arrivée du véhicule autonome qui représente un bouleversement sans précédent des codes de la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Enfin, au-delà de l'effet rassurant que cela pourrait avoir sur la confiance du consommateur, PWC (2016) souligne tout de même qu'un cadre réglementaire plus strict pourrait également faire gonfler le prix de fabrication des véhicules connectés.

Analyse SWOT

En guise de conclusion à cette partie théorique, il est important de reprendre les principaux éléments à retenir du **véhicule connecté** sous la forme d'une analyse SWOT. Le but de cette démarche est de décrire rigoureusement le contexte actuel dans lequel évolue le véhicule connecté en reprenant les informations cruciales précédemment mentionnées.

Forces
- Collecte massive d'informations précédemment inaccessibles - Très nombreuses applications (divertissement, sécurité, ...) - Amélioration du trafic et optimisation du réseau routier
Faiblesses
- Investissement très conséquent - Cycle de remplacement très long dans l'industrie automobile - Aucune solution de connectivité idéale n'a encore été trouvée - Cadre légal inexistant
Opportunités
- Véhicule autonome : temps de conduite mis à profit, les personnes inaptes à la conduite pourront avoir leur voiture, ... - Arrivée de la 5G - Nombreuses applications à développer - Personnalisation des services sur base des informations collectées : assurances, taxes, ...
Menaces
- Cybersécurité - Risque d'atteinte à la vie privée - Véhicule autonome en phase de désillusion donc futur incertain : défis technologiques à surmonter, taux d'adoption à venir, etc. - Dilemmes éthiques

PARTIE V : Cadre pratique

Introduction

Dans le cadre de ce mémoire, le véhicule connecté est étudié afin de comprendre s'il va réellement pouvoir permettre de diminuer le nombre de tués et blessés sur les routes de Wallonie dans les années à venir. Le but de cette démarche n'est pas de répondre par un oui ou par un non catégorique car cela irait à l'encontre même d'une démarche scientifique dont le but est de mettre en relief les nuances d'une situation afin d'en mesurer pleinement la complexité.

Après avoir décrit le contexte théorique dans lequel le véhicule connecté s'inscrit, il s'agit désormais de contribuer de manière proactive à la discussion en apportant des données nouvelles. Pour rappel, le véhicule connecté avait été introduit précédemment comme étant le fruit d'une révolution industrielle mise en place à travers l'internet des objets. L'accent avait également été mis sur la distinction entre le véhicule connecté et le véhicule autonome, ce dernier n'étant qu'une application du véhicule connecté souvent perçue comme l'aboutissement de celui-ci (PWC, 2016, p. 55).

À travers cette nouvelle partie, nous tenterons de récolter deux types de données : d'une part, des données qualitatives, c'est à dire mesurées sur des échelles non-métriques et d'autre part, des données quantitatives qui, à l'inverse, se mesurent sur des échelles métriques (Lejeune, 2013). Cette distinction implique l'utilisation de canaux de récolte de données spécifiques à chaque type de données.

Le véhicule connecté en Wallonie

Comme constaté précédemment, le véhicule connecté a de nombreuses applications à proposer. Pour tenter de comprendre comment la Wallonie pouvait tirer profit de l'une ou l'autre d'entre elles pour améliorer la sécurité routière, nous avons rencontré Monsieur Umberto Romano du Service Public de Wallonie (SPW), à la Direction de la Sécurité des infrastructures routières (DG01). Celui-ci est l'auteur d'une présentation intitulée « *Véhicules connectés : Perspectives pour améliorer la sécurité routière* » qu'il a donnée le 20 juin 2017 à Namur à l'occasion du Colloque annuel des Gestionnaires wallons de la mobilité. (Romano, SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, 2017).

Nous avons eu le privilège d'obtenir un entretien avec Monsieur Romano le 20 avril 2018 afin de passer en revue sa présentation et discuter ensemble du positionnement de la

Wallonie. Bien sûr, il est primordial de garder en tête que les réponses fournies par Monsieur Romano étaient directement influencées d'une part par son propre avis et d'autre part par la fonction qu'il exerce.

Reprenons la figure 2 (voir p. 10) qui nous explique les trois causes principales des accidents de la route. Durant cet interview, Mr Romano s'y réfère et explique que son rôle à la DG01 (Direction générale opérationnelle des Routes et des Bâtiments) consiste à se concentrer exclusivement sur les 34% d'accidents qui sont liés à l'environnement routier. Cela implique d'étudier les zones accidentogènes et d'y remédier en menant une politique d'aménagement adéquate. Mr Romano (2018) décrit un aménagement efficace comme étant un aménagement adéquat et au bon endroit. Plus concrètement, cela signifie que pour chaque zone à problème, le gestionnaire local qui travaille en étroite collaboration avec la DG01 a le choix d'une multitude d'aménagements possibles. Il doit donc choisir l'aménagement le plus pertinent en fonction du budget qui lui est alloué et des résultats espérés. Lorsqu'une situation est problématique, il est primordial de disposer de suffisamment d'informations pour prendre les bonnes décisions (Romano, 2018).

Dès lors, il y a évidemment un parallèle direct à faire avec le véhicule connecté. Malgré toutes les applications du véhicule connecté que nous connaissons, il n'en reste pas moins une dimension essentielle qu'il ne faut pas négliger ou minimiser : un véhicule connecté est une source considérable d'informations. Dans le cas bien précis de la DG01 qui travaille sur l'environnement routier, le véhicule connecté permettra une meilleure analyse des problèmes à traiter grâce à une information plus riche mise à disposition (Romano, 2018). Des bonnes données de base permettront de faire des études plus approfondies qui elles-mêmes, permettront de choisir les aménagements adéquats aux bons endroits (Romano, 2017). Il apparaît donc que les technologies du véhicule connecté sont tel un prisme qu'il faut voir à travers ses multiples facettes pour en mesurer pleinement le potentiel. Les enjeux liés au véhicule connecté ne se résument donc pas simplement à éviter les accidents en ayant pour seule considération l'instant présent. Le véhicule connecté permettrait donc également de repenser l'environnement routier en profondeur afin de le rendre plus sécurisé pour les usagers sur le long terme.

Pour reprendre la question de recherche qui vise à comprendre si le véhicule connecté pourrait réellement permettre d'améliorer la sécurité routière, il est évident que cette nouvelle approche influence notre opinion. Par souci d'objectivité, il est important de garder en tête que la position favorable de Monsieur Romano est directement influencée par sa fonction au sein

de la DG01. Inversement, force est d'admettre également que sa position centrale dans la lutte pour la sécurité routière ne fait que souligner la légitimité de ses propos. Pour trouver un juste équilibre, il est opportun de se concentrer sur des faits et non sur des perspectives possibles. Par exemple, quel type d'information émise par le véhicule connecté pourrait être exploitable par la DG01 ? Comment l'information est-elle réellement émise et à qui ? Pour répondre à ces questions, nous allons maintenant passer en revue une expérience pilote menée par la Wallonie et mettant en œuvre plusieurs véhicules connectés.

Expérience pilote

Dans sa présentation du 20 juin 2017 sur les perspectives du véhicule en matière de sécurité routière donnée à l'occasion du Colloque annuel des gestionnaires wallons de la mobilité, Monsieur Romano décrit une expérience pilote précédemment menée.

D'un point de vue pratique, cette expérience pilote visait à étudier en profondeur les perspectives possibles du véhicule connecté en matière de sécurité routière. Cette expérience a débuté en décembre 2015 et a été menée durant une période de 15 mois. L'étude a pris place à Liège et Verviers sur une zone d'environ 2000 km² (Romano, 2017). Il s'est avéré que c'était une zone géographique pour laquelle plus de données étaient déjà disponibles en comparaison avec d'autres zones possibles en Wallonie (Romano, 2018).

De plus, ce projet de recherche et développement est intervenu dans le cadre d'une relation contractuelle liant la Wallonie et donc le Service Public de Wallonie au géant de l'informatique IBM. Celui-ci, connu pour son savoir-faire en matière de Big Data, était en charge de développer des algorithmes permettant de restituer les millions de données collectées pendant l'expérience pilote, sous forme d'outil exploitable, tout en garantissant le respect de la vie privée des usagers des véhicules utilisés. IBM s'est ainsi associé au constructeur PSA donc tous les véhicules sont équipés depuis plusieurs années d'une sorte de boîte noire permettant de recueillir les informations du véhicule via une carte Sim et une possibilité de connexion 3G. Tous les véhicules neufs du groupe PSA sont équipés de ce dispositif mais il n'est jamais activé. Pour être fonctionnel, ce dispositif doit être activé par PSA directement. Ils ont la possibilité d'activer ce dispositif à distance et de récupérer certaines informations de manière totalement anonyme sans demander l'autorisation au propriétaire du véhicule. Dans le cadre de cette étude, 3000 véhicules achetés dans la zone ou dont les entretiens avaient toujours été faits dans la zone d'étude déterminée ont été activés à distance par PSA.

En temps normal, certaines informations peuvent être récoltées via des dispositifs routiers installés sur les routes. C'est notamment le cas avec les « boucles de comptage » (Romano, 2018). Ce sont des dispositifs directement intégrés dans le revêtement de la route. Quand un véhicule roule dessus, le dispositif reconnaît une perturbation magnétique et enregistre le passage d'un véhicule supplémentaire. Cela permet ainsi d'avoir une idée plus précise du trafic à un endroit donné. Toutefois, ces dispositifs sont coûteux et il est impossible d'en installer partout sur les routes (Romano, 2018). Grâce aux technologies du véhicule connecté, des informations sont émises toutes les 6 secondes. Cela représente donc une quantité plus que conséquente de données.

Enfin, de quel type de données s'agit-il ? Dans un véhicule moderne, il y a environ 5000 capteurs (Grigiac, 2018). Chacun d'entre eux enregistre une multitude de données donc il est impossible à l'heure actuelle de tous les prendre en considération. Dans le cadre de cette étude, le SPW a étudié les éléments suivants : les coordonnées GPS, la température extérieure, les alertes en matière de déclenchement d'ABS (freinage d'urgence) et d'ESP (correcteur de trajectoire). Pour rappel, toutes ces données étaient systématiquement rendues anonymes à la base par PSA.

Exemples d'analyse effectuée

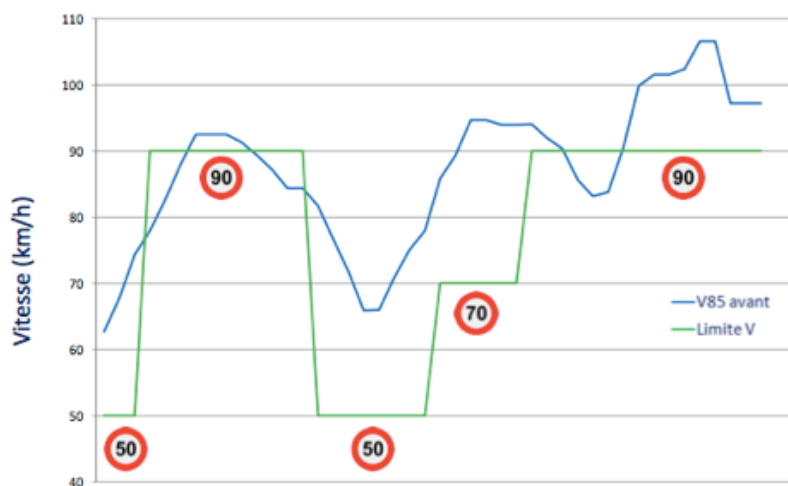
1^{er} exemple :

Dans le cadre de cette expérience pilote, de nombreuses études ont été menées. Pour commencer, prenons l'exemple d'une analyse de courbe des vitesses qui a été effectuée pour une route en particulier qui semblait poser problème au regard des multiples plaintes des riverains.

Grâce à l'expérience, les autorités wallonnes ont pu comparer les données dont ils disposaient avec les données récoltées par IBM pour un échantillon d'environ 1200 trajets à cet endroit précis. Cela leur a permis notamment d'évaluer si les vitesses qu'ils avaient précédemment enregistrées étaient pertinentes. Sur la figure 11 reprise ci-dessous, nous pouvons observer la courbe des vitesses enregistrées sur une route étudiée. L'abscisse de la courbe représente ainsi les différentes parties consécutives de la route avec à chaque partie de

route la vitesse réglementaire en application (Romano, SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, 2017).

*Figure 11 : Courbe des vitesses enregistrées pour une route déterminée avant aménagement
(Source : Romano, 2017)*



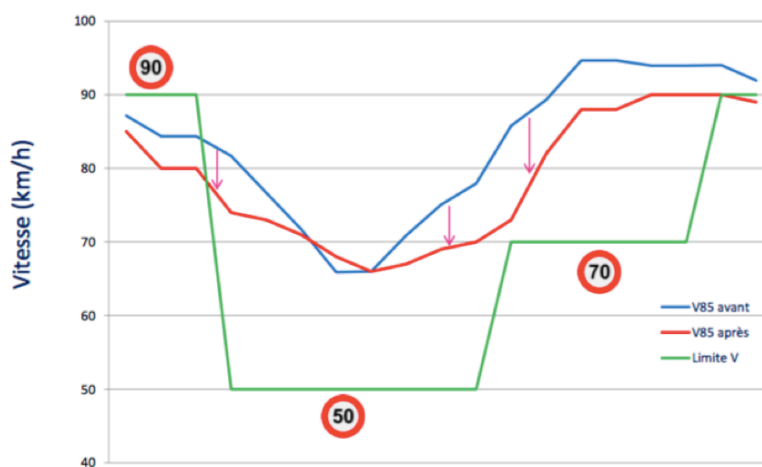
En analysant cette première courbe, il apparaît que la vitesse réelle pratiquée (en bleu) est bien au-delà de la vitesse réglementaire (en vert) et cela sur une large fraction de la route étudiée. Pour information, le terme « V85 » est un terme courant dans le secteur routier et est défini comme étant « la vitesse en dessous de laquelle circulent 85% des VL libres (non contraints par la circulation des autres véhicules) » (Cerema, 2008). À la suite de ce constat, deux aménagements ont été réalisés par le gestionnaire local (voir la figure 12 ci-dessous) (Romano, SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, 2017) :

Figure 12 : Aménagements réalisés (Source : Romano, 2017)



À gauche, il y a eu la mise en place d'un revêtement coloré au centre de la route pour attirer et à droite, l'installation d'un effet de porte pour lequel la vitesse réglementaire passe de 70 km/h à 50 km/h. Il est également primordial de pouvoir évaluer l'efficacité d'un aménagement après coup (Romano, 2018). Dès lors, l'accès à l'information reste un enjeu primordial. Avec le véhicule connecté, cette dimension supplémentaire est également rendue possible comme nous pouvons le constater sur la figure 13 (Romano, SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, 2017) :

Figure 13 : Résultats des aménagements réalisés (Source : Romano, 2017)



Dans ce cas-ci, les autorités wallonnes ont malheureusement pu constater que le gain réel n'était pas très conséquent. On peut observer une faible transition générale de la courbe vers le bas représentant environ une baisse de 5 km/h. Bien sûr, l'évaluation d'un aménagement doit également tenir compte du budget alloué et des attentes. En effet, un gestionnaire wallon peut tout à fait considérer entreprendre un aménagement moins coûteux en acceptant un résultat moins important que s'il avait réalisé un aménagement plus important. Il faut bien sûr évaluer une politique d'aménagement dans son ensemble et accepter que tout n'est pas faisable dans l'immédiat et qu'une hiérarchisation rigoureuse des priorités s'impose régulièrement (Romano, 2018).

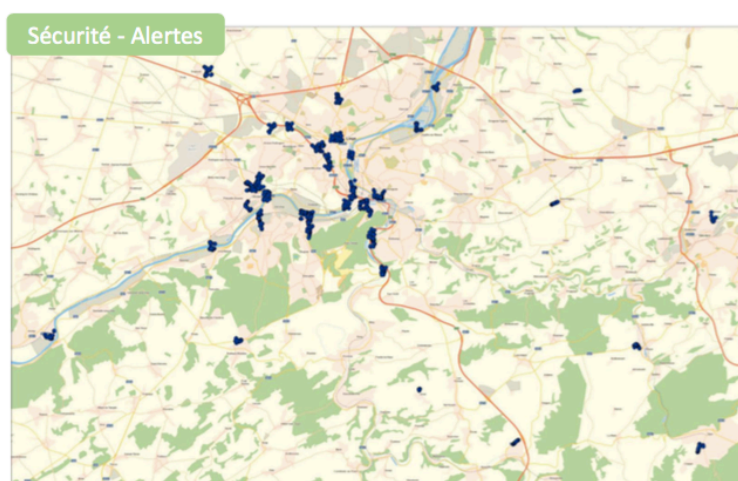
2^{ème} exemple :

Comme expliqué précédemment, une quantité considérable d'informations diverses et variées est transmise à l'aide du véhicule connecté. Durant cette même expérience pilote, les autorités wallonnes se sont focalisées sur un type d'information en particulier : les déclenchements d'ABS. Pour rappel, le terme ABS vient de l'allemand « *Antiblockiersystem* »

et se traduit en français par « *système anti blocage* ». C'est un dispositif qui évite le blocage des roues en cas de freinage brutal en évitant ainsi au conducteur de perdre la maîtrise de son véhicule. Les constructeurs automobiles sont tenus d'en équiper chaque véhicule neuf depuis 2004 suite à une directive européenne (Sécurité-Routière AZ, 2018).

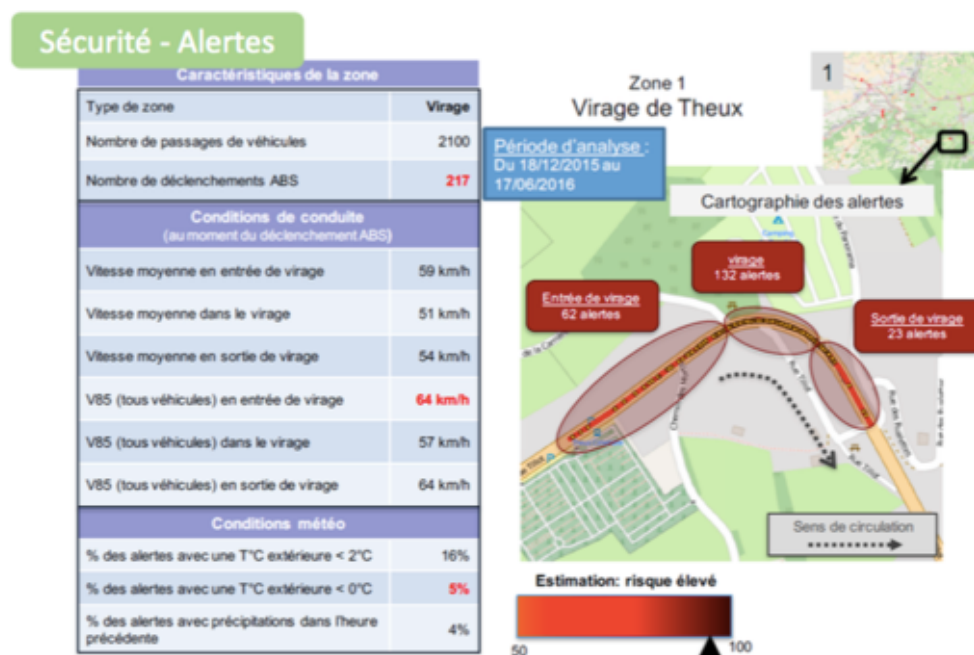
Les autorités wallonnes ont donc cherché à utiliser les données liées aux déclenchements d'ABS pour comprendre dans quelles zones il y avait le plus de freinages anormaux. Grâce aux véhicules connectés activés pour cette expérience, elles ont pu établir une carte géographique détaillée avec les pics de déclenchement d'ABS dans la zone d'étude. Sur la figure 14 ci-dessous, nous pouvons observer les 20 sites où il y a eu le plus de déclenchements d'ABS (Romano, SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, 2017) :

Figure 14 : Top 20 des déclenchements d'ABS dans la zone d'étude (Source : Romano, 2017)



Une fois cette première carte dressée, les autorités ont également pu trier ces zones problématiques par ordre de priorité en commençant évidemment par la zone où le plus de déclenchements d'ABS avaient été recensés. La figure 15 ci-dessous représente la zone où le plus grand nombre de déclenchements ABS avait été enregistré. Il ne s'agit donc plus du top 20 mais bien de ce que nous pourrions désigner comme étant tout simplement le top 1 (Romano, SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, 2017).

Figure 15 : Zone avec le plus grand nombre de déclenchements d'ABS recensés
(Source : Romano, 2017)



En analysant la figure 15, il est facilement observable que de nombreuses informations essentielles y figurent. Sur les 3000 véhicules activés dans le cadre de l'expérience pilotes, il y a eu 2100 passages à cet endroit précis. Sur les 2100 passages enregistrés, il y a eu 217 déclenchements d'ABS. En d'autres mots, un véhicule sur dix a dû freiner d'urgence en empruntant ce virage. C'est la preuve incontestable qu'il y a un problème à résoudre et qu'un aménagement est nécessaire. En outre, il faut souligner également la pertinence des autres informations fournies par les véhicules connectés puisqu'il est par exemple possible de distinguer les endroits précis où l'ABS avait été déclenché, les vitesses aux différents endroits du virage, etc. Ainsi, toutes ces informations permettront au gestionnaire local de choisir un aménagement adapté (Romano, 2018). Dans le cas de cet exemple bien précis pour lequel l'entrée du virage était le plus problématique, il a décidé d'installer une chicane un peu avant le virage afin de réduire les vitesses.

En guise de conclusion à cette première dimension pratique propre à la position de la Wallonie quant au véhicule connecté, il s'avère que les autorités wallonnes ont également de quoi en tirer profit. Il est primordial de rappeler que les précédents exemples mentionnés viennent directement de la DG01 qui se concentre exclusivement sur l'environnement routier. Il n'apparaît pas ici comment le véhicule connecté pourrait également impacter les facteurs

humains ou encore les facteurs liés aux véhicules. Pour rappel, l'AIPCR (2006) explique que tout accident résulte finalement d'une rupture d'équilibre d'un ou plusieurs des facteurs suivants : le facteur humain, l'environnement routier et le véhicule.

Il semble désormais évident que d'un point de vue théorique, plus les autorités wallonnes disposent d'informations pertinentes, plus elles pourront réaliser des aménagements adéquats aux bons endroits. Toutefois, il faut garder une certaine objectivité et rappeler que les autorités wallonnes disposent de ressources limitées pour opérer. Chaque politique d'aménagement est finalement fonction d'un certain budget déterminé préalablement. Dès lors, il faut nuancer notre position en affirmant que le véhicule connecté ne pourra peut-être pas permettre de traiter toutes les situations problématiques car les ressources restent limitées. Il interviendra donc davantage comme un instrument clé qui permettra d'optimiser les résultats des aménagements réalisés selon les ressources qui y sont allouées. À ce stade-ci de l'analyse, il est d'ores et déjà légitime de pouvoir prétendre que, toutes proportions gardées, le véhicule connecté a réellement le potentiel d'améliorer la sécurité routière en Wallonie.

L'adoption d'une technologie

Introduction

À la lecture de ce qui a déjà été dit, il est évident que le véhicule connecté offre de belles perspectives en matière de sécurité routière. Il est légitime de vouloir croire que celui-ci pourra permettre de faire évoluer la situation dans le bon sens. Toutefois, il faut rester pragmatique : pour qu'une technologie affiche pleinement l'étendue de ses capacités, il faut préalablement que celle-ci soit adoptée par le marché et, de ce fait, diffusée. Beaudry (2015) définit la diffusion de l'innovation comme étant « *le comportement agrégé d'entreprises (ou d'individus) qui adoptent (ou pas) une technologie ou une innovation* » (Beaudry, 2015). En d'autres mots, plus il y a de gens qui adoptent une technologie ou une innovation, plus celle-ci sera diffusée. Il est intéressant de vouloir classer ces comportements dans des ensembles distincts de ceux qui adoptent et ceux qui n'adoptent pas une technologie ou une innovation. Toutefois, chacun exprime un comportement particulier vis-à-vis d'une innovation et de nombreux sentiments peuvent s'exprimer. Là où une technologie suscitera de la curiosité voire de l'envie chez certains, elle pourrait créer de la méfiance ou de la peur chez d'autres.

Rogers (1995) a synthétisé ces différents comportements en nous expliquant qu'il existe finalement 5 types de profil possible quand il s'agit d'adopter ou non une innovation (Rogers, 1995). Jetons un coup d'œil à la figure 16 ci-dessous qui nous le démontre.

Figure 16 : Cycle de diffusion de l'innovation selon Rogers (Source : Rogers, 1995)

Parmi ces 5 profils, nous retrouvons les innovateurs (2,5%), les « adopteurs » précoces (13,5%), la majorité précoce (34%), la majorité tardive (34% également) et enfin les retardataires (16%).

Selon Rogers (1995), les **innovateurs** sont des gens qui veulent prendre des risques malgré un risque d'échec. Ils tolèrent plus facilement le risque encouru car ce sont généralement des individus plus aisés dont les capacités financières leur permettraient plus facilement de surmonter un échec. Ce sont les premiers à adopter une innovation. Ensuite, figurent les « adopteurs » **précoces** qui exercent un statut de leader d'opinion. Ils adoptent vite une innovation tout en gardant un esprit critique. Plus tard, la **majorité précoce** se réfère au 34% de la population qui a réellement besoin d'informations avant d'adopter une innovation. Contrairement aux « adopteurs » précoces, ce sont davantage des suiveurs que des meneurs. En quatrième position, nous retrouvons la **majorité tardive**, également 34% de la population, qui eux font preuve d'un grand scepticisme quant à l'innovation. Ils ne finiront par adopter l'innovation que très tardivement et ceux-ci sont considérés comme étant plus influençables. Enfin, les **retardataires** sont des individus dont l'attention est davantage portée sur le passé. Ils changent difficilement leurs habitudes et sont donc de ce fait beaucoup plus réfractaires à

l'innovation. Pour en revenir à la figure 13, il est facile d'observer la part de marché de chaque catégorie avec la courbe bleue et de comprendre également avec la courbe jaune qu'une innovation n'a atteint sa part de marché maximale qu'à partir du moment où les retardataires l'auront eux aussi adoptée.

Rogers (1995) pousse également son analyse en distinguant deux types d'éléments : la création de valeur et la destruction de valeur. Pour qu'une innovation soit adoptée par un individu, il faut que celui-ci perçoive davantage de facteurs synonymes de création de valeur que de facteurs destructeurs de valeur. Cette réalité pourrait être comparée à celle d'une balance : pour qu'une innovation soit adoptée, le poids total des facteurs créateurs de valeur doit être perçu comme étant plus important que le poids total des facteurs destructeurs de valeur afin de faire basculer la balance en faveur de l'adoption. Une innovation peut par exemple créer de la valeur en permettant un gain de temps ou encore un gain de confort. Il y a évidemment un nombre important de facteurs du genre. Inversement, des coûts d'adoption trop importants, la complexité d'utilisation ou encore le fait de ne pas pouvoir tester une innovation avant de l'acheter sont de parfaits exemples de facteurs destructeurs de valeur qui de facto freinent, voire empêchent, l'adoption. Le fait de devoir recharger un véhicule électrique et le fait qu'il existe aujourd'hui encore très peu d'installations disponibles pour le faire est également un facteur du genre.

Il convient également d'appliquer toute cette théorie au véhicule connecté mais avant cela, il semble judicieux d'évoquer un exemple parlant : les Google glass. Lancées en phase de test en 2012, les Google Glass du géant américain sont des lunettes de réalité augmentée et représentaient une innovation très novatrice pour l'époque. Malgré le gros potentiel de cette innovation, ce fut un échec retentissant puisque le grand public n'a pas adopté ce dispositif nouveau (Réalité-Virtuelle, 2017). Pour faire le lien avec la théorie de Rogers, les facteurs destructeurs de valeur suivants peuvent être évoqués : le caractère inesthétique des Google Glass, un prix considérable, le faible intérêt de la technologie pour le grand public ou encore le danger pour la vie privée puisqu'elles permettaient notamment de prendre des photos d'un simple clignement de l'œil. Il y avait donc un risque de prendre des photos ou des vidéos à l'insu des gens en face. Finalement, le géant américain a réussi à transformer cet échec commercial en succès en revoyant complètement leur cible. Ils ont en effet mis de côté le grand public et adapté leur produit pour plutôt séduire les entreprises et les grands noms de l'industrie

tels que General Electric ou encore Boeing (Réalité-virtuelle, 2017). Suite à cette orientation nouvelle, Google a finalement pu rencontrer le succès commercial qu'ils attendaient.

Bien que cet exemple ne soit pas directement lié au véhicule connecté, il permet tout de même de mettre en relief la fragilité d'une technologie qui réside dans sa potentielle non-adoption. Pour faire le lien avec le véhicule connecté, il faut donc comprendre que malgré des perspectives nouvelles indiscutables, une technologie n'est jamais garante d'apporter les résultats espérés. Au-delà de l'invention, il est également primordial de gérer le changement (Gailly, 2011). Pour revenir au hype cycle de Gartner, le fait de continuer à avancer sur la courbe pour atteindre le plateau de productivité est un processus fragile qui peut s'arrêter à tout moment s'il est mal géré.

Cas du véhicule connecté en Wallonie

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons cherché à appliquer cette théorie liée à l'adoption d'une technologie au cas bien précis du véhicule connecté en Wallonie. Pour ce faire, nous avons décidé d'élaborer un sondage afin d'étudier les réponses fournies par un échantillon de 100 répondants. Bien sûr, il est impossible de garantir qu'un échantillon est à 100% représentatif d'une population donnée. Il faudra donc veiller à analyser les réponses obtenues en gardant à l'esprit cette part d'incertitude.

Méthode d'échantillonnage :

Le but d'un sondage est de définir les caractéristiques d'une population donnée sur base d'un échantillon qui se doit d'être le plus représentatif possible. Dans le cadre de cette étude, la première question qu'il convient de poser est la suivante : quelle population visons-nous ? La population visée est finalement celle susceptible de se retrouver dans les statistiques de sécurité routière de la Wallonie puisque le but ultime est bien sûr de réduire au maximum ces chiffres. Avant de mentionner les critères que cela implique, jetons un coup d'œil à la figure 17 qui se trouve à la page 51 et qui reprend le bilan wallon 2016 (AWSR, 2017). En analysant les statistiques fournies par l'AWSR, nous pouvons émettre certains constats.

En premier lieu, il y a des décédés 30 jours et des blessés pour la quasi totalité des tranches d'âges mentionnées. Il n'y a juste pas eu de décédés 30 jours âgé de 12 à 15 ans en 2016. Pour ce qui est des accidents corporels, il en ressort un minimum de 207 blessés pour

chaque tranche d'âge. Dès lors, il apparaît à travers ce premier constat que l'âge n'est pas réellement un critère pour trier notre échantillon. Toutefois, le choix a été fait de mettre de côté les répondants mineurs puisque ceux-ci n'ont pas encore l'expérience de la conduite. Il est donc, de ce fait, plus compliqué pour eux de réellement connaître les besoins qui seront les leurs en termes d'automobile. Pour cette raison, nous avons considéré que les mineurs n'avaient pas la légitimité pour répondre à notre sondage.

Ensuite, il a fallu déterminer si le sexe était un facteur déterminant à prendre en compte pour notre échantillon. À travers les chiffres de l'AWSR (2016), il apparaît que le nombre de décédés 30 jours est presque 3 fois plus important chez les hommes que chez les femmes et qu'il y a 1,5 fois plus d'accidents corporels chez les hommes que chez les femmes. L'échantillon se devait d'être mixte et ne pouvait cibler uniquement les hommes en négligeant une part tout de même considérable de l'accidentalité en Wallonie. L'idéal aurait donc été d'avoir un échantillon de répondants mixte et majoritairement masculin mais il est impossible d'exercer un réel contrôle là-dessus sans influencer l'échantillon menant ainsi à un biais de sélection. Au-delà du contrôle que nous n'avons pas sur le sexe de nos répondants, il sera tout de même intéressant d'étudier certaines réponses fournies pour chaque sexe afin d'observer l'existence ou non de différences significatives.

Après le critère de l'âge et du sexe des répondants, le principal critère intervient, à savoir le fait de rouler en Wallonie de manière suffisamment régulière que pour avoir la possibilité de se retrouver dans les statistiques d'accidentalité de la région. En effet, nous avons subjectivement estimé que le fait de rouler au minimum une fois par semaine en Wallonie était une fréquence suffisante pour cela, ce qui est évidemment une prise de position unilatérale. Dès lors, les réponses de toute personne ne roulant pas au minimum une fois par semaine en voiture en Wallonie n'ont pas été retenues et le sondage a directement pris fin pour eux. De plus, il semble suffisant de rouler régulièrement en Wallonie pour risquer d'y avoir un accident sans devoir forcément y être domicilié.

Enfin, par souci de conformité avec la nouvelle loi GDPR récemment rentrée en vigueur, chaque répondant a préalablement accepté de répondre à ce questionnaire en sachant que celui-ci n'avait pas de vocation commerciale et qu'il s'inscrivait dans le cadre d'une démarche scientifique dont l'anonymat était un élément clé à respecter.

En résumé, l'échantillon est composé de 100 répondants majeurs, roulant au minimum une fois en voiture en Wallonie par semaine. Pour ce qui est du sexe des répondants, nous avons compté une légère majorité de femme à savoir 60%. L'idéal aurait évidemment été l'inverse compte tenu des chiffres observés mais il faut rappeler qu'il était impossible pour nous d'établir un quelconque contrôle là-dessus.

Figure 17 : Bilan wallon – Evolution globale de l'accidentalité (Source : AWSR, 2016)

	Année 2016	Décédés 30 jours	Part dans la mortalité	Accidents corporels	Gravité des accidents corporels
Type d'occupants	Conducteurs et piétons	250	83,1%	11 240	22,2
	Passagers	49	16,3%	N/A	N/A
	Inconnus	2	0,7%	N/A	N/A
Classe d'âges	0-3 ans	1	0,3%	352	2,8
	4-5 ans	3	1,0%	256	11,7
	6-11 ans	5	1,7%	589	8,5
	12-15 ans	0	0,0%	584	0,0
	16-17 ans	5	1,7%	557	9,0
	18-24 ans	40	13,2%	3 376	11,8
	25-34 ans	59	19,5%	4 428	13,3
	35-44 ans	40	13,2%	3 637	11,0
	45-54 ans	52	17,2%	3 390	15,3
	55-64 ans	39	12,9%	2 369	16,5
	64-74 ans	25	8,3%	1 283	19,5
	75-84 ans	20	6,6%	707	28,3
	85 ans et +	8	2,6%	207	38,6
	Age inconnu	5	1,7%	831	6,0
Genre	Hommes	229	75,8%	9 553	24,0
	Femmes	67	22,2%	6 710	10,0
	Inconnus	6	2,0%	838	7,2
Localisation	Autoroutes	40	13,2%	1 045	38,3
	Routes hors agglomération	85	28,1%	5 279	16,1
	Routes en agglomération	147	48,7%	3 107	47,3
	Inconnu	30	9,9%	1 809	16,6
Intersection	En section = hors carrefour	259	86,0%	8 682	29,8
	En Intersection = en carrefour	39	13,0%	2 440	16,0
	En rond-point	3	1,0%	117	25,6
Régime de vitesse	Moins de 30 km/h	7	2,3%	283	24,7
	De 31 à 50 km/h	89	29,5%	5 573	16,0
	De 51 à 70 km/h	45	14,9%	1 242	36,2
	De 71 à 90 km/h	108	35,8%	1 969	54,9
	Plus de 90 km/h	37	12,3%	995	37,2
	Inconnu	16	5,3%	1 178	13,6
Type de la première collision	Un seul usager	140	46,5%	3 209	43,6
	Entre usagers	137	45,5%	6 653	20,6
	Type de collision inconnu	24	8,0%	1 377	17,4
Période de la semaine	5 journées de semaine (de 6h à 21h59)	148	49,0%	6 995	21,2
	4 nuits de semaine (de 22h à 5h59)	30	9,9%	696	43,1
	2 journées de week-end (de 6h à 21h59)	68	22,5%	2 434	27,9
	3 nuits de week-end (de 22h à 5h59)	56	18,5%	1 115	50,2
Luminosité	Jour (conditions diurnes)	155	51,3%	7 717	20,1
	Aube/crépuscule	15	5,0%	412	36,4
	Nuit (conditions nocturnes)	132	43,7%	3 111	42,4
Conditions atmosphériques	Normales	214	70,9%	7 369	29,0
	Particulières (pluie, brouillard, neige, vent...)	52	17,2%	1 602	32,5
	Inconnues	36	11,9%	2 269	15,9

Source : AWSR / SPF Economie DG Statistique – Statistics Belgium

Détails du sondage :

Compte tenu du temps et du budget à disposition, nous avons décidé de proposer notre sondage sur internet. Une fois le questionnaire réalisé (voir annexe 3), celui-ci a été partagé sur notre compte Facebook et progressivement repartagé par nos contacts et les contacts de ceux-ci permettant ainsi de répandre notre sondage au-delà de nos capacités et réduisant ainsi davantage la potentielle influence que nous pouvions exercer sur les répondants. Il est évident qu'en comparaison avec un entretien en face à face ou un questionnaire papier, l'enquête électronique propose certains avantages et inconvénients. Parmi les différents avantages d'une enquête électronique (Dessart, 2014), il y a :

- ***La rapidité d'exécution et de diffusion*** : en comparaison avec une autre méthode de récolte de données, il est possible d'atteindre un nombre plus élevé de répondants pour un même laps de temps donné.
- ***Pas de biais lié à l'enquêteur*** : en utilisant Internet, il est possible d'éviter tout contact avec un enquêteur qui pourrait alors affecter les résultats de l'étude. En effet, la présence d'un enquêteur peut avoir un impact direct sur la fiabilité des réponses données (Définitions Marketing, 2017). Ce biais peut se manifester sous différentes formes : le fait d'avoir honte d'une réponse devant la personne en face, de vouloir jouer un rôle, d'interpréter les réactions ou le comportement de l'enquêteur, etc. Ce biais s'exprime également lorsque l'enquêteur fait le choix d'aller vers un répondant. Il est possible que celui-ci tende à interroger des personnes avec lesquelles il se sent plus à l'aise.
- ***La facilité d'analyse*** : à travers l'usage de logiciels d'analyse statistique (ex : SPSS), le traitement et l'analyse des données est bien plus rapide que pour une autre méthode de récolte de données. Cela permet donc de pouvoir rapidement faire parler les données en appliquant toute une série de filtres. Cette fonction sera développée par la suite dans l'analyse des résultats obtenus.
- ***Un feedback instantané*** : en ayant directement accès aux résultats avec une vue d'ensemble, il est très facile de pouvoir se faire rapidement une idée sur la situation et les réponses enregistrées.

À l'inverse des avantages cités précédemment, Dessart (2014) affirme qu'il existe tout de même certains inconvénients liés à cette méthode dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats. Parmi ceux-ci figurent :

- ***Un faible taux de réponse*** : malgré le fait qu'une enquête par voie électronique offre un accès direct à de nombreux répondants potentiels, il faut tout de même tenir compte du fait qu'un grand nombre d'entre eux n'y prêtera pas attention. Il y a alors une plus forte nécessité d'inciter les gens à répondre et de susciter leur intérêt. Dans notre situation, nous avons cherché à compenser ce faible taux de réponse à l'aide d'une durée de sondage plus importante pour garantir un nombre minimum de répondants. Notre sondage s'est de ce fait étalé sur une durée de trois semaines en juillet 2018.
- ***La sous-représentation de certaines populations*** : même si Internet est d'ores et déjà fort répandu en Belgique, il s'avère tout de même que certaines fractions de la population y sont moins représentées. Parmi celles-ci, il y a lieu de mentionner à titre d'exemple les personnes âgées dont certaines se sentent moins familières avec un ordinateur, les personnes qui évitent internet ou même Facebook pour protéger leur vie privée, les gens moins aisés qui n'ont pas les moyens de disposer d'un ordinateur personnel avec internet ou encore les gens réfractaires aux technologies. À l'inverse, il y a également un risque de surreprésentation de certaines fractions de la population comme par exemple les jeunes ou les classes aisées de la population qui pourraient avoir un accès plus facile à internet et aux équipements nécessaires.

Dès lors, malgré une volonté sincère de garantir une validité interne, externe et la fiabilité du sondage, celui-ci reste forcément soumis à de nombreux biais qui viennent directement influencer les réponses obtenues. Avant de passer au contenu de notre sondage et d'interpréter les réponses obtenues, il convient de passer en revue les éventuels biais qui pourraient avoir quelque peu faussé nos résultats :

L'impact de notre principal canal de partage du questionnaire : Facebook

En utilisant notre propre compte Facebook pour publier une première fois le sondage, il est fort probable que la première vague de répondants soit directement issue de notre entourage plus ou moins proche. Dès lors, la classe sociale qui est la nôtre a forcément eu un impact sur

les réponses obtenues. Il est par exemple évident que, pour une personne issue d'un milieu aisé avec un entourage qui l'est tout autant, certains facteurs divergeront en comparaison avec une personne issue d'un milieu moins favorisé (ex : définir ou non le prix comme étant un facteur décisionnel quand il s'agit d'adopter ou non le véhicule connecté).

Ensuite, en utilisant Facebook comme principal canal de diffusion de ce questionnaire, il faut également admettre qu'une certaine partie de la population, en l'occurrence celle qui n'utilise pas Facebook, a été sous-représentée. Sachant qu'il existe par exemple des gens qui refusent par conviction d'utiliser Facebook par simple peur de voir leur vie privée bafouée, il est facile d'imaginer que la sous-représentation de cette fraction de la population pourrait avoir un impact direct sur les réponses liées au respect de la vie privée.

Dans l'hypothèse où ce biais a réellement influencé les réponses obtenues, c'est la validité externe qui pourrait avoir été impactée. Celle-ci s'explique comme étant la capacité à pouvoir généraliser les résultats obtenus (Dessart, 2014).

Le biais de désirabilité sociale

Le biais de désirabilité sociale se définit comme étant « *la tendance des individus à donner des réponses socialement désirables lorsqu'ils répondent à des enquêtes ou à des tests de personnalité* » (Universalis, 2018). Le répondant peut donc favoriser certaines réponses au détriment de l'expression sincère de sa position de peur que celle-ci ne puisse par exemple être perçue comme discutable ou honteuse. Ce biais aurait alors un impact direct sur la validité interne d'une étude. À titre informatif, la validité interne reflète la capacité d'une étude à bien mesurer ce que l'enquêteur souhaite mesurer (Dessart, 2014).

Pour réduire au maximum ce potentiel biais, des précautions ont été prises. En premier lieu, le nom et prénom du répondant n'ont pas été demandés et le répondant s'est vu rassuré quant à la protection de son anonymat. Ensuite, les questions personnelles liées à l'âge et au sexe du répondant ont été volontairement placées à la fin du questionnaire afin d'éviter que cela n'influe sur les questions précédentes. L'objectif était par exemple d'éviter que certaines répondantes puissent être tentées de répondre comme des hommes en partant du postulat que le thème du véhicule connecté puisse être considéré comme étant plus masculin.

Le biais de « demand characteristics »

Le biais de demand characteristics survient lorsque « *le participant devine ou pense deviner l'objectif et/ou les hypothèses du chercheur et modifie ses réponses en fonction de ceux-ci* » (Dessart, 2014). Ce nouveau biais constitue également une menace pour la validité interne de notre étude.

Pour diminuer au maximum les potentiels effets de ce biais, certaines mesures ont été prises : éviter les interactions entre l'enquêteur et les répondants, diviser le questionnaire en différentes pages afin d'éviter que le répondant ne voie directement les questions suivantes et ne tente de deviner les intentions de l'enquêteur, éviter de décrire trop précisément le thème de ce mémoire. En plus de ces diverses précautions, le questionnaire a également été structuré en allant des questions les plus générales au plus précises.

Autres biais

Au-delà de ces principaux biais dont nous avons tenté de nous éloigner au maximum, il est tout de même important de mentionner les autres biais qui ont également pu avoir un impact direct sur la fidélité et la validité interne et externe de l'étude. Parmi ceux-ci, figurent :

Le ***biais de sélection*** qui intervient quand « *certaines individus de la population ont plus de chance de se retrouver dans l'échantillon* » (Dessart, 2014). Dans le cas de cette étude, il est possible que l'enquêteur ait pu attirer plus de jeunes répondants qui figurent dans son entourage ou dans celui de ses contacts ayant partagé le questionnaire.

L'***effet de fatigue*** qui caractérise une qualité de réponse qui diminue progressivement au fur et à mesure de l'étude à cause de la lassitude du répondant (Dessart, 2014). C'est la raison pour laquelle le questionnaire ne dure que 10 minutes maximum.

Contenu du questionnaire

Maintenant que les éléments qui auraient pu biaiser l'étude ont été exposés, il est désormais temps de se concentrer sur l'essentiel du sondage : son contenu.

Comme chacun peut le constater en parcourant notre questionnaire (voir annexe 3), celui-ci a été divisé en différentes parties. Parmi celles-ci, figurent une introduction, une brève référence à la loi GDPR, une partie générale sur la sécurité routière en Wallonie, une partie plus précise sur le véhicule connecté, une partie uniquement sur l'information et la vie privée, une partie spécifique au véhicule autonome et enfin une partie pour décrire le répondant. Il convient désormais d'examiner de manière plus précise les informations qu'il fallait récolter pour chaque partie.

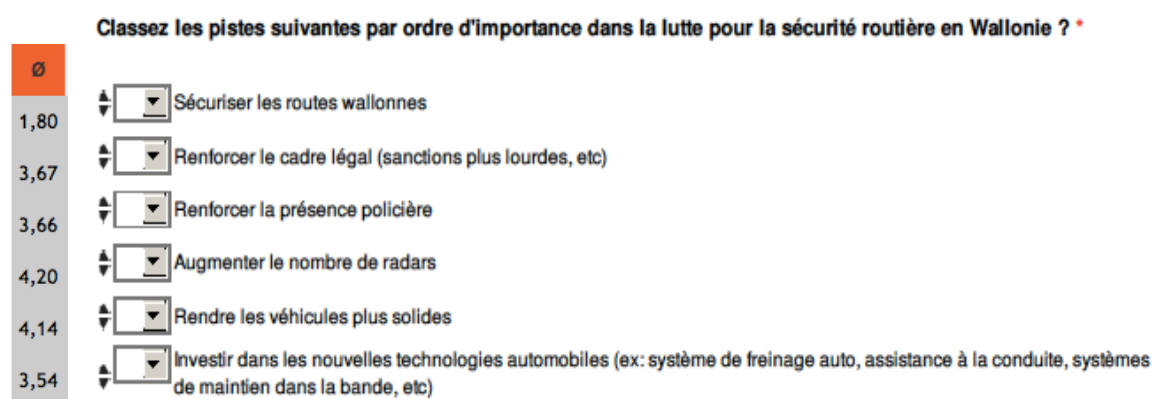
Partie générale sur la sécurité routière en Wallonie

À travers cette partie, il y avait 2 informations à récolter : l'intérêt que les répondants portent aux nouvelles technologies de manière générale dans la lutte pour la sécurité routière et enfin les autres pistes qu'ils considèrent comme devant être améliorées pour diminuer les chiffres de la sécurité routière.

Pour récolter ce premier type d'information, une échelle d'ordre de classement a été utilisée (voir figure 18). Pour rappel, cela signifie présenter aux répondants différents objets en même temps et leur demander de les classer en fonction d'un certain critère (Dessart, 2014). Quant à la deuxième information que nous souhaitions récolter, une question ouverte a été posée au répondant pour le laisser proposer d'autres pistes et l'inciter à développer des pistes auxquelles l'enquêteur n'aurait pas pensé.

Figure 18 : Echelle d'ordre de classement – Lutte pour la sécurité routière

(Source : Annexe 3, 2018)



Résultats obtenus :

En observant les moyennes arithmétiques de chaque piste proposée, il semble légitime d'affirmer deux choses. D'une part, **la principale piste à développer selon notre échantillon est la sécurisation des routes wallonnes**. Il est évidemment intéressant de constater que c'est un enjeu qui est largement mesuré par l'échantillon puisque nous avons précédemment axé l'intérêt du véhicule connecté par rapport à l'environnement routier. D'autre part, il apparaît que le fait d'investir dans les nouvelles technologies automobiles occupe la deuxième place du classement. C'est évidemment positif de voir que l'échantillon perçoit l'intérêt des technologies mais il faut tout de même reconnaître qu'une moyenne de 3,54 sur 6 pistes proposées reste peu satisfaisante.

Quant à la question ouverte, il s'avère que certaines réponses sont revenues plus fréquemment que d'autres : rendre l'obtention du permis plus difficile et miser davantage sur l'éducation des conducteurs et la prévention à travers des campagnes de sensibilisation au danger. Notons également qu'un répondant proposait également de bloquer le réseau téléphonique dans une voiture qui circule. C'est évidemment une piste qui oblige indirectement à bien penser comment le véhicule connecté devrait être implémenté pour éviter toute distraction durant la conduite.

Partie sur le véhicule connecté :

Dans le cadre de cette partie, voici les informations qu'il semblait pertinent de récolter :

- 1°) Connaître le pourcentage de notre échantillon, qui sait réellement ce qu'est un véhicule connecté ?
- 2°) Evaluer l'intérêt de notre échantillon pour chaque type d'application proposé : divertissement / navigation / intégration domestique / sécurité routière / voiture autonome / gestion du véhicule / réseaux sociaux
- 3°) Découvrir l'intention d'achat du véhicule connecté par notre échantillon et connaître les facteurs décisionnels de nos répondants.

Résultats obtenus :

1°) Il est apparu que **85% de l'échantillon ont déclaré savoir ce qu'était un véhicule connecté avant notre étude**. C'est un résultat satisfaisant mais cela implique qu'il reste tout de même une partie conséquente de la population à éduquer par rapport au véhicule connecté.

2°) Pour connaître l'intérêt de l'échantillon pour chaque type d'application proposé, il a été demandé aux répondants d'évaluer chacune d'entre elles de 0 (= aucun intérêt) à 5 (= grand intérêt) comme il apparaît sur la figure 19 ci-dessous. Le but était ensuite d'analyser les réponses par type de profil selon Rogers (Innovateurs – « Adopteurs » précoces – Majorité précoce – Majorité Tardive – Retardataires) pour comprendre quel atout du véhicule connecté promouvoir, à qui et à quelle période. Il est important de rappeler que ces cinq profils ont été décrits à la fin du questionnaire et qu'il a été demandé à chaque répondant de se placer dans celui qui lui correspondait.

*Figure 19 : Question sur l'intérêt pour chaque application du véhicule connecté
(Source : Annexe 3, 2018)*

Voici ce que permettrait de faire un véhicule qui dispose d'une connection à Internet. De 0 à 5, veuillez évaluer ces applications du véhicule connecté selon l'intérêt que vous y trouveriez ? *

0 = sans le moindre intérêt
5 = un grand intérêt

Ex: Divertissement 5 signifie que vous trouvez ça très intéressant de pouvoir écouter de la musique en streaming ou aller sur Internet via votre véhicule connecté

	0	1	2	3	4	5
Divertissement (musique streaming, aller sur Internet...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Navigation en temps réel (éviter les bouchons, être prévenu des obstacles sur la route, etc)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Intégration domestique (connecter son logement à sa voiture pour allumer le chauffage, le four, ouvrir le garage, etc avant d'arriver chez soi)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sécurité routière (appel d'urgence automatique, prévision en cas d'accident sur la route, alerte météo, etc)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Voiture autonome (qui se conduit toute seule)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gestion du véhicule (assurance personnalisée selon l'historique de conduite, rappel des entretiens, etc)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Rester connecté sur les réseaux sociaux	☐	☐	☐	☐	☐	☐

En considérant l'échantillon de 100 répondants dans sa totalité, il est apparu que c'était principalement la **navigation en temps réel** et la **sécurité routière** qui intéressent le plus l'échantillon avec une moyenne arithmétique respective de 4.62/5 et 4.67/5.

En analysant les réponses à cette question pour chaque profil de Rogers (1995), il semble qu'il n'existe quasiment pas de différence d'intérêt pour la navigation en temps réelle et la sécurité routière entre les différents profils. Le résultat le plus faible obtenu, toutes catégories

confondues, était de 4.48/5 pour la navigation en temps réel et 4.3/5 pour la sécurité routière. Il est donc facile de souligner cette tendance générale qui consiste à porter un grand intérêt pour ces deux types d'applications du véhicule connecté. Pour faire le lien avec la théorie de Rogers (1995), il ressort que ce sont potentiellement ces deux applications qui sont les plus susceptibles de créer de la valeur aux yeux du grand public et d'ainsi favoriser l'adoption du véhicule connecté.

En revanche, la troisième application suscitant le plus grand intérêt, à savoir la gestion du véhicule, n'a obtenu qu'une moyenne arithmétique de 3.41/5. Il est apparu que ce sont les retardataires qui font chuter la moyenne générale. Il s'avère donc que les personnes plus réfractaires aux technologies ont du mal à percevoir le réel intérêt de la gestion connectée du véhicule (pour rappel, cela comprend l'assurance personnalisée, le rappel des entretiens, etc.).

3°) Pour ce qui est de l'intention d'achat du véhicule connecté, il apparaît que seulement 68% de l'échantillon a déclaré être intéressé par l'achat d'un véhicule connecté et ce, après avoir évalué les différentes applications de celui-ci à la question précédente.

Figure 20 : Intention d'achat du véhicule connecté pour chaque profil de Rogers
(Source : Résultats du sondage, 2018)

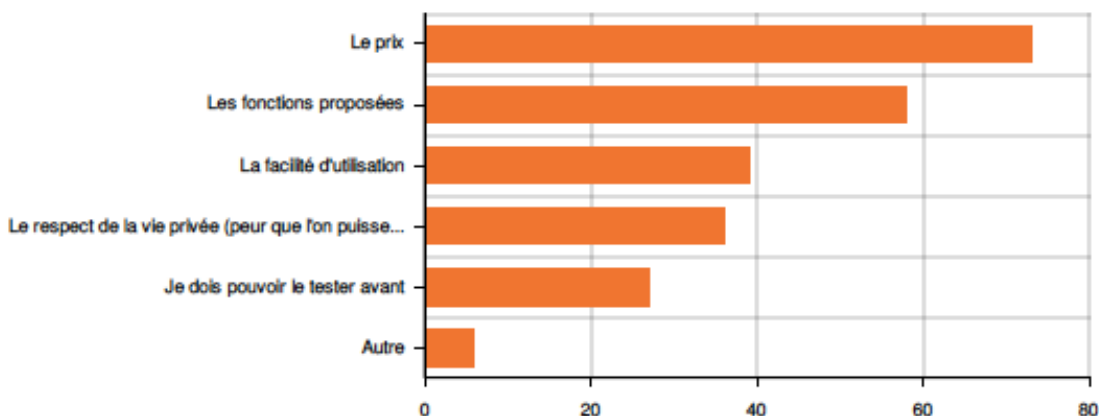
Innovateurs	90%
« Adopteurs » précoces	80%
Majorité précoce	75,76%
Majorité tardive	68%
Retardataires	16,67%

En analysant les résultats ci-dessus (figure 20), deux choses sont facilement observables. D'une part, les intentions d'achat recueillies pour chaque profil sont tout à fait cohérentes puisqu'elles diminuent en respectant bien la courbe de Rogers. D'autre part, il convient de souligner que ce sont à nouveau les retardataires qui font cruellement baisser l'intention moyenne d'achat. Il y a donc un réel travail à effectuer pour convaincre cette fraction de la population de la valeur créée par le véhicule connecté.

Pour ce qui est des facteurs décisionnels liés à l'achat ou non d'un véhicule connecté, observons ci-dessous la tendance générale (voir figure 21) :

Figure 21 : Facteurs décisionnels liés à l'achat ou non d'un véhicule connecté

(Source : Résultats du sondage - annexe 5, 2018)



Pour rebondir sur la faible intention d'achat des retardataires, il est important d'analyser leurs facteurs décisionnels en particulier. Il s'est avéré que 2 facteurs ressortaient tout particulièrement : le prix (comme la tendance générale) et le respect de la vie privée. Ces 2 facteurs ont été 4 fois plus mentionnés que les autres facteurs par les retardataires interrogés. Il y a donc un réel besoin de rassurer les retardataires par rapport au respect de leur vie privée car celle-ci semble clairement être un facteur destructeur de valeur à l'heure actuelle.

Partie sur l'information et la vie privée

Le véhicule connecté et l'information sont deux notions indissociables. Pour rappel, le véhicule connecté permet l'échange d'une multitude d'informations de tout type avec les infrastructures (V2I), les autres véhicules (V2V) et tout le reste (V2X) (PWC, 2016). Dans le cadre de cette partie, voici les informations qu'il semble pertinent de récolter :

1°) L'échantillon interrogé perçoit-il le véhicule connecté comme une menace pour la vie privée des usagers ?

2°) Quelle est l'importance que l'échantillon attache au respect de sa vie privée ? Est-ce un facteur destructeur de valeur suffisamment important que pour permettre l'adoption du véhicule

connecté ? Quel degré de confiance l'échantillon a-t-il envers les constructeurs automobiles pour garantir le respect de la vie privée ?

3°) Quelles sont les attentes des répondants pour les rassurer ? Et enfin, quel est le rôle que l'Etat devrait jouer dans cette problématique selon les personnes interrogées ?

Méthodologie :

Pour obtenir ces informations, le répondant à préalablement été amené à s'interroger sur le type d'information qui pouvait selon lui être extrait grâce au véhicule connecté. Cette première question ouverte visait à encourager le répondant à réfléchir par lui-même à cette notion. Les réponses fournies concernaient principalement l'historique de conduite (vitesse, historique des trajets, consommation, etc.) et l'état du véhicule (entretiens à effectuer, état des pneus, ...).

Une fois cette première étape effectuée, les répondants ont été confrontés à trois types de questions : des questions oui – non, une question à choix multiples déterminant qui devait pouvoir exploiter les données des usagers du véhicule connecté et enfin deux questions utilisant une échelle de Likert (voir figure 22). Pour rappel, une échelle de Likert est une échelle d'attitude dont le but est de permettre au répondant d'exprimer son degré d'accord ou de désaccord avec une affirmation donnée (Définitions Marketing, 2017).

Figure 22 : Echelle de Likert utilisée (Source : Annexe 3, 2018)

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ? *

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
Je partage mon historique de conduite (trajets, où j'ai freiné, accéléré, ma vitesse, mes habitudes, etc)	☐	☐	☐	☐	☐
Je partage mon historique de divertissement (goûts musicaux, historique internet)	☐	☐	☐	☐	☐
Je partage les informations liées à mes réseaux sociaux	☐	☐	☐	☐	☐
Je partage mes informations personnelles (adresse, nom, numéro, ...)	☐	☐	☐	☐	☐
Je partage les données de mon véhicule (historique d'entretien, données enregistrées via les capteurs de mon véhicule, etc)	☐	☐	☐	☐	☐

Résultats obtenus :

1°) Il est apparu que 74% de l'échantillon considèrent qu'il y a un risque de nuire à la vie privée en utilisant un véhicule connecté et 64% de ce même échantillon déclarent ne pas avoir confiance en son constructeur automobile même si celui-ci lui garantit la protection de l'anonymat de l'utilisateur.

2°) Parmi les répondants qui ont déclaré ne pas avoir confiance dans les promesses des constructeurs automobiles, 54% d'entre eux ont déclaré ce risque pour la vie privée comme étant une raison suffisante pour ne pas acheter.

À la lecture de ces informations, il semble évident que le risque pour la vie privée lié à l'utilisation du véhicule connecté reste un facteur considérable de destruction de valeur. Bien que ces données ne reflètent que l'avis de notre échantillon, il apparaît tout de même qu'un effort doit être effectué pour apaiser ce climat de méfiance qui reste peu propice à l'adoption du véhicule connecté.

3°) Lorsqu'il s'agit de déterminer qui devrait pouvoir exploiter les données extraites du véhicule connecté, il apparaît que seulement 30% de l'échantillon considère que l'Etat belge et les constructeurs automobiles devraient y avoir accès sachant que les deux réponses étaient proposées séparément. De plus, seulement 22% des personnes interrogées considère les assurances comme légitimes pour y avoir accès. Pour rappel, il était par exemple question de proposer une police d'assurance personnalisée sur base des informations collectées à l'aide du véhicule connecté.

Au-delà de ces chiffres obtenus, il semble également pertinent de mentionner une réponse alternative proposée par un répondant : la police. Bien que la police ne soit pas une partie prenante prise en compte dans cette étude, il semble tout de même évident que les données du véhicule connecté pourraient également s'avérer extrêmement précieuses pour la police (ex : dans le cadre d'une enquête).

Parmi les informations que l'échantillon interrogé est disposé à partager, il apparaît que les données sur le véhicule (entretien, état des pneus, ...) soient les données les moins difficiles à partager avec une moyenne arithmétique de 3,15 (seulement proche de la neutralité).

L'historique de conduite n'a quant à lui obtenu qu'une moyenne arithmétique de 2,61, ce qui signifie que l'échantillon était, en moyenne, entre « plutôt pas d'accord » et « neutre » à l'idée de partager son historique de conduite. C'est évidemment un chiffre crucial qu'il va falloir améliorer dans un futur plus ou moins proche puisque l'expérience pilote menée par la Wallonie et IBM souligne fort bien à quel point ces données peuvent par exemple s'avérer cruciales pour travailler de manière appropriée sur l'environnement routier. En revanche, il semble également que l'échantillon soit défavorable à l'idée de partager ses informations personnelles (adresse, nom, ...), ses informations liées aux réseaux sociaux et également son historique de divertissement. Bien qu'il puisse paraître étonnant que l'historique de divertissement doive être protégé, il est fort probable que les réponses obtenues aient été influencées par une peur des répondants que ces données ne soient utilisées à des fins commerciales (ex : des publicités). Il y a donc là aussi potentiellement un réel travail à effectuer pour rassurer la population.

Enfin, il est également important de souligner deux tendances générales observées à travers les réponses obtenues :

- L'échantillon interrogé considère que c'est à la fois aux constructeurs automobiles et à l'Etat belge de garantir la protection des données. Il apparaît donc ici que les autorités ont bel et bien un rôle à jouer si elles désirent sincèrement voir le véhicule connecté se répandre en Wallonie.
- Les répondants interrogés semblent peu favorables au partage de leurs données malgré l'intérêt pour améliorer la sécurité routière, ou même, si cela donne lieu à une compensation financière.

Partie sur le véhicule autonome :

Comme cela a pu être expliqué précédemment dans ce travail, le véhicule autonome est une application toute particulière du véhicule connecté. Il semblait donc essentiel de lui accorder une attention toute particulière dans le cadre de notre étude. Ainsi, voici les informations primordiales à récolter :

- 1°) Quel pourcentage de l'échantillon étudié sait réellement ce qu'est un véhicule autonome ?
- 2°) Le véhicule autonome est-il perçu par les répondants comme une solution aux problèmes de la sécurité routière ?
- 3°) Quels sont les facteurs créateurs de valeur liés au véhicule autonome ? Et inversement, quels sont ceux qui détruisent de la valeur selon l'échantillon interrogé ?

Méthodologie :

Pour obtenir ces informations, les répondants ont été confrontés à deux types de questions : des questions oui – non et deux questions à choix multiples dont le but était de distinguer d'une part les facteurs créateurs de valeur et d'autre part les facteurs qui détruisent de la valeur.

Résultats obtenus :

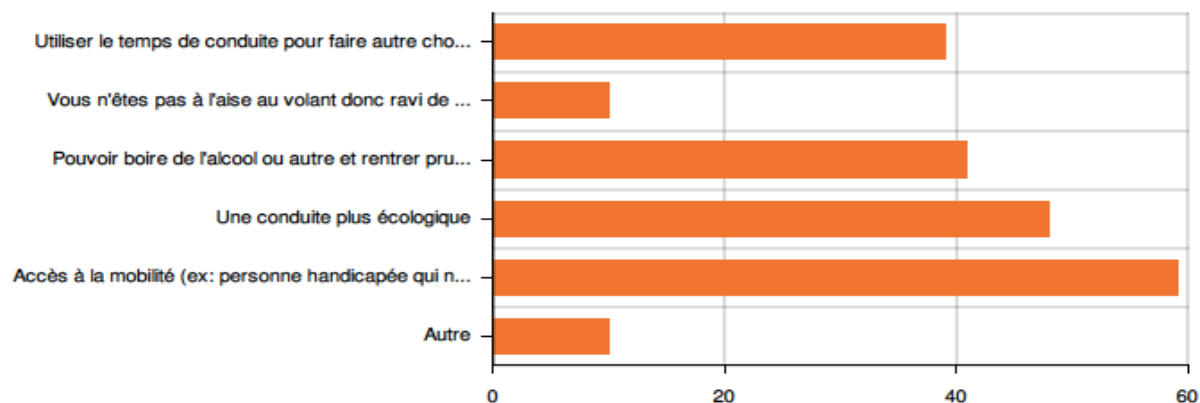
1°) 93% des répondants ont déclaré savoir ce qu'était un véhicule autonome. Ce pourcentage plus élevé que celui du véhicule connecté s'explique probablement par un engouement plus fort pour le véhicule autonome. Il est également vrai que le véhicule autonome fait davantage parler de lui que ce soit pour les perspectives futuristes qu'il offre ou encore pour les accidents en conduite autonome.

2°) Seulement 48% de l'échantillon interrogé considère le véhicule autonome comme étant une solution aux problèmes de la sécurité routière. À l'inverse de Monsieur Grigiac qui affirmait que le véhicule autonome allait avoir un impact considérable sur la sécurité routière (Grigiac, 2018), il semblerait que les personnes interrogées ne perçoivent pas directement l'intérêt du véhicule autonome pour la sécurité routière.

3°) En interrogeant les répondants sur les facteurs qui les inciteraient à acheter un véhicule autonome, il est facile d'observer que certaines tendances ressortent directement (voir figure 23).

Figure 23 : Facteurs créateurs de valeur pour le véhicule autonome

(Source : Résultats du sondage – annexe 5, 2018)



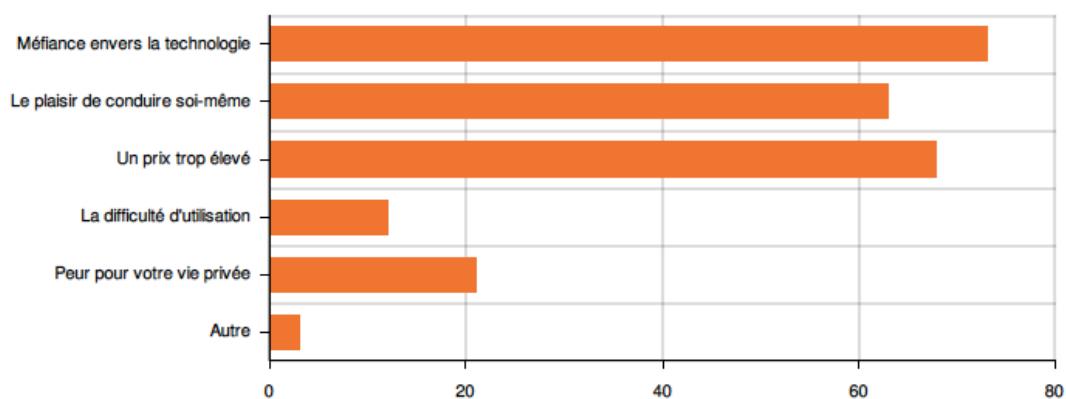
En analysant les réponses obtenues pour chaque profil, il apparaît que les 5 profils ont tous accordé la priorité à une conduite plus écologique et à l'accès à la mobilité. Il n'y a donc pas un facteur créateur de valeur à promouvoir en particulier pour l'un ou l'autre profil mais bien ces deux facteurs qui semblent largement séduire les différents profils.

Parmi les autres réponses proposées par les répondants, il ressort, d'une part, le fait de diminuer le facteur humain de la conduite, qui semble représenter une fragilité, et, d'autre part, la régulation du trafic à l'aide d'algorithmes.

À l'inverse de ces facteurs favorisant l'adoption du véhicule autonome, les répondants ont également été interrogés sur les facteurs qui les dissuaderaient d'acheter un véhicule autonome. Observons désormais leurs réponses sur la figure 24 ci-dessous.

Figure 24 : Facteurs destructeurs de valeur pour le véhicule autonome

(Source : Résultats du sondage – annexe 5, 2018)



En observant ces résultats, il est facile de mettre en exergue les trois facteurs les plus défavorables à l'adoption du véhicule autonome : la méfiance envers la technologie, le plaisir de la conduite qui disparaîtrait et enfin le prix.

Là où le prix reste un facteur clé pour chaque type de profil de Rogers, nous avons pu constater que pour les innovateurs et pour les « adopteurs » précoces, le plaisir de conduire était un facteur plus important que la méfiance envers la technologie. Cela semble cohérent compte tenu des caractéristiques de ces deux profils mais cela signifie également que les constructeurs automobiles devront en tenir compte en période de promotion de leur véhicule autonome. À l'inverse, il s'avère que la méfiance envers la technologie est un facteur plus important que le plaisir de la conduite pour la majorité précoce, la majorité tardive et les retardataires. Il semble donc primordial que les constructeurs automobiles parviennent à rassurer cette partie de la population.

En guise de potentielle solution à ce problème de méfiance envers la technologie, il convient de dire que le fait de proposer d'essayer la conduite autonome est essentiel pour favoriser l'adoption du véhicule autonome. En effet, 95% de l'échantillon a déclaré qu'ils n'achèteraient pas de véhicule autonome sans l'avoir testé préalablement.

Enfin, parmi les autres réponses proposées par les répondants, deux réponses se sont démarquées : d'une part le potentiel dilemme éthique précédemment mentionné en cas d'accident inévitable et d'autre part la notion de responsabilité en cas d'accident qu'il faut éclaircir.

Le rôle des autorités

À travers le sondage réalisé, il est apparu que la majorité des personnes interrogées considère que c'est notamment à l'État belge de garantir la protection des données de l'utilisateur du véhicule connecté. Il semble donc pertinent de s'interroger sur le rôle que les autorités ont à jouer dans le déploiement du véhicule connecté et sur la manière dont celles-ci peuvent avoir un impact direct sur le consommateur et les constructeurs automobiles.

Les pouvoirs publics ont diverses responsabilités et disposent de multiples leviers d'action pour y parvenir. Parmi ces différents rôles à jouer, Fréry et al (2011) mentionnent

notamment celui de financeur (Johnson , Whittington, Scholes, & Fréry, 2011). En effet, les autorités publiques peuvent avoir un impact direct sur le consommateur ou encore sur les entreprises en octroyant par exemple des subventions, des crédits d'impôts ou des exemptions de taxes. En observant certaines applications du véhicule connecté, il est évident que l'impact positif de certaines d'entre elles ne touche pas uniquement les consommateurs mais bien la population tout entière. Pour illustrer cela, il suffit de mentionner la diminution de la congestion ayant un bénéfice écologique direct ou encore l'exemple des données du véhicule connecté exploitées par la DG01 pour améliorer l'environnement routier wallon. Le véhicule connecté s'avère donc être une réelle source d'externalités positives qui pourraient potentiellement justifier une intervention des pouvoirs publics.

À la lecture du hype cycle de Gartner (2017) mentionné précédemment, il convient de dire qu'une innovation qui n'a pas encore atteint le plateau de productivité reste dans une situation d'incertitude. Bien qu'il soit uniquement question du véhicule autonome, et non du véhicule connecté, dans le schéma proposé par Gartner (2017), il semble tout de même que de nombreux points restent à éclaircir. Il est évident qu'un climat d'incertitude et de doute n'est guère propice au développement d'une innovation. Dans le cas précis du véhicule connecté, les réponses fournies par l'échantillon interrogé ont bien démontré que le véhicule connecté n'y faisait pas exception.

Parmi les différents points sur lesquels les autorités semblent devoir se positionner plus clairement pour améliorer la situation, il semble pertinent de mentionner :

- ***Le contexte législatif et juridique*** : compte tenu du caractère nouveau des nombreuses technologies utilisées par le véhicule connecté, il semblerait que certains points restent à éclaircir. La gestion des données des usagers est par exemple un sujet clé à traiter pour favoriser l'adoption du véhicule connecté. Dans le même ordre d'idée, ce flou juridique prend une dimension encore plus importante avec le véhicule autonome puisque des points cruciaux tels que la responsabilité en cas d'accident et la configuration des algorithmes de prise de décision restent encore à clarifier. Comment les autorités publiques vont-elles pouvoir garantir le contrôle des algorithmes de prise de décision ou encore procéder à l'uniformisation de celles-ci pour tous les constructeurs automobiles ? Il est évident que ces questions vont devoir trouver des réponses pour

rassurer les consommateurs et définir clairement le contexte dans lequel ces diverses innovations seront amenées à évoluer.

- ***Le financement*** : les autorités publiques vont-elles proposer des subsides aux constructeurs automobiles pour diminuer leurs coûts ? Vont-elles proposer des avantages au grand public pour les inciter à acheter un véhicule connecté ou autonome ?
- ***Le contrôle*** : compte tenu des risques qui apparaissent pour la vie privée, comment les autorités publiques vont-elles pouvoir garantir le contrôle des données et le respect de l'anonymat ? Au-delà des lois qui pourraient rentrer en vigueur (ex : GDPR), comment les autorités vont-elles pouvoir garantir que ces lois soient bel et bien respectées ?
- ***La coordination des parties prenantes*** : au-delà des constructeurs automobiles et du consommateur, de nombreuses autres parties prenantes interviennent dans le déploiement du véhicule connecté. Parmi celles-ci, les opérateurs de réseaux figurent évidemment en tête de liste. Il y aura donc un réel travail de coordination des efforts, de mise en place des infrastructures nécessaires, etc.

Enfin, en guise de conclusion à cette partie dédiée à l'influence des autorités publiques sur l'adoption ou non du véhicule connecté, il convient également de souligner que les autorités pourraient aussi envisager de forcer son adoption à l'aide des pouvoirs qui leur sont conférés. Ils pourraient par exemple rendre obligatoire le dispositif de connexion activé durant l'expérience pilote pour chaque véhicule immatriculé en Wallonie ou en Belgique.

Dès lors, il convient de nuancer la première hypothèse formulée dans le cadre de ce travail. En effet, s'il est vrai que le véhicule connecté semble avoir le potentiel pour améliorer la sécurité routière en Wallonie, son succès ne dépend pas uniquement de l'adoption volontaire des consommateurs puisque celui-ci pourrait également intervenir dans le cadre d'une adoption forcée selon le positionnement que les autorités adopteront.

PARTIE VI : Pistes à développer

Dans le cadre de cette étude, la priorité a été donnée aux informations les plus étroitement liées à la question de recherche et aux hypothèses émises au commencement de ce travail. Compte tenu des limites imposées pour un tel travail, il était impossible de couvrir le sujet dans son entièreté sans en survoler certaines parties. Dès lors, il semble primordial de proposer ci-dessous certaines pistes qui constitueraient d'intéressants sujets pour d'autres études du genre.

Pour commencer, il est primordial de rappeler que la principale perspective utilisée dans cette étude pour démontrer les avantages du véhicule connecté en matière de sécurité routière a été celle de l'environnement routier. Pour rappel, l'environnement routier, le facteur humain et le véhicule lui-même constituent les 3 principales causes des accidents de la route (AIPCR, 2006). Il serait donc intéressant de traiter le sujet en adoptant, soit la perspective liée au facteur humain, soit celle liée au véhicule lui-même.

Ensuite, l'un des principaux objectifs du questionnaire proposé était de mettre en relief les différents facteurs créateurs et destructeurs de valeurs susceptibles d'expliquer l'adoption ou non du véhicule connecté et du véhicule autonome. Toutefois, il serait également important de pousser l'analyse encore plus loin en effectuant par exemple une segmentation de marché plus approfondie suite aux informations obtenues. Cette étude complémentaire s'inscrirait donc davantage dans une démarche marketing que dans une démarche de gestion de l'innovation comme celle empruntée pour l'élaboration de ce travail.

De plus, il est assez difficile de parler du véhicule connecté sans mentionner le véhicule autonome. Ce travail avait pour champ d'étude celui du véhicule connecté et le but de cette étude était de couvrir un maximum des applications rendues possibles avec celui-ci. Dès lors, cette perspective plus générale rend évidemment impossible le traitement approfondi de chaque application de manière individuelle. Il est indéniable que le véhicule autonome pourrait avoir un impact considérable sur la sécurité routière en Wallonie. Limiter cette étude à la seule application du véhicule autonome pourrait également s'avérer relativement pertinent dans la lutte pour la sécurité routière.

La loi GDPR va avoir un impact direct sur le véhicule connecté (Grigiac, 2018). Malgré le fait que cette loi ne soit entrée en vigueur trop récemment pour être traitée dans le cadre de ce mémoire, il serait intéressant d'évaluer cet impact en étudiant davantage les implications de cette nouvelle loi sur l'utilisation du véhicule connecté.

Enfin, le véhicule connecté se réfère à une multitude de technologies qui se complètent les unes les autres impliquant un nombre considérable de parties prenantes. Les consommateurs, les constructeurs automobiles et les autorités publiques ont été au cœur de l'attention de ce mémoire. Il semblerait essentiel qu'une étude complémentaire vienne étoffer cet aspect de notre étude car il est vrai que d'autres parties prenantes ont été sous-représentées dans cette étude. Comprendre qui sont ces parties prenantes et leurs intérêts pourrait s'avérer excessivement pertinent pour mieux mesurer l'ampleur des efforts à fournir pour rendre toutes ces applications du véhicule connecté possibles. Parmi celles-ci figure par exemple les entreprises de télécommunication (Grigiac, 2018).

PARTIE VII : CONCLUSION

« Amélioration de la sécurité routière en Wallonie grâce aux véhicules connectés : utopie ou réalité ? Nous allons désormais essayer de répondre brièvement à notre question de recherche et valider ou invalider nos hypothèses en guise de conclusion.

Chaque innovation est fragile. À ceux qui pensent qu'une innovation qui offre des perspectives prometteuses verra forcément le jour, Gailly (2011) répondrait qu'une innovation ne se résume pas uniquement à une simple invention. Au-delà de l'invention elle-même, une innovation s'accompagne nécessairement d'une transition d'une situation vers une autre. Pour qu'une innovation atteigne le succès attendu, il faut que ces deux facteurs qui la composent soient gérés de manière adéquate. Les différents hype cycles de Gartner utilisés dans le cadre de ce travail soulignent bien à quel point le chemin est long et fragile pour atteindre le plateau de productivité. Malgré son vaste champ d'application possible, le véhicule connecté n'échappera pas à cette réalité. Il convient alors de garder en tête que les perspectives offertes par le véhicule connecté restent encore conditionnelles à ce jour.

L'objectif de ce mémoire était d'évaluer une application bien précise du véhicule connecté : l'amélioration de la sécurité routière. Après avoir expliqué qu'il y avait trois causes principales aux accidents de la route, nous avons fait le choix d'adopter la perspective de l'une d'entre elle, l'environnement routier. Ainsi, le véhicule connecté pourrait-il avoir un impact réel sur l'environnement routier ? En tenant compte de l'expérience pilote que nous avons décrite et des interviews que nous avons menées, il semble pertinent de rappeler que, pour répondre à cette question, il est important de penser à l'essence même du véhicule connecté : l'information. Il est apparu que c'est surtout l'information extraite du véhicule connecté qui compte le plus. L'enjeu pour les autorités wallonnes en charge des infrastructures routières est de collecter un maximum d'informations afin de mener une politique d'aménagements routiers la plus adaptée au besoin réel du trafic. Les ressources de la Wallonie étant limitées, il est primordial de hiérarchiser les priorités et de réaliser les bons aménagements aux bons endroits. Le véhicule connecté étant une source inépuisable d'informations, ces mêmes informations pourraient théoriquement permettre d'améliorer la sécurité routière. Malgré cette perspective réjouissante, il reste tout de même primordial de nuancer notre enthousiasme. D'une part, il est impossible d'assurer que des données enregistrées sur un certain laps de temps soient parfaitement représentatives d'une réalité figée. Il est fort possible que les situations de trafic évoluent, ce qui implique qu'un suivi rigoureux est nécessaire. D'autre part, nous venons de souligner à quel point ces perspectives dépendent directement des budgets. Il est donc évident que l'environnement routier wallon ne va pas changer du tout au tout en un court laps de temps. Par conséquent, il faut prendre conscience que cette démarche des pouvoirs publics wallons s'inscrit dans le long terme.

Toutefois, avant d'en arriver à ce stade-là, il est bien sûr nécessaire que le véhicule connecté soit adopté et répandu pour avoir un véritable impact et permettre l'extraction de données. Nous avons alors pris le soin de soumettre un questionnaire à 100 répondants sur Internet afin d'étudier leur position sur le véhicule connecté et d'en tirer des conclusions. Avant de les mentionner à nouveau, il est essentiel de rappeler que notre échantillon a pour vocation de représenter l'ensemble de la population qui parcourt régulièrement les routes de Wallonie, mais que ce même échantillon a probablement été soumis à certaines influences extérieures susceptibles de modifier les réponses données. Il convient donc d'interpréter ces résultats avec une extrême prudence en gardant à l'esprit qu'elles ne sont probablement pas à 100% représentatives de la population ciblée.

Sur les 100 personnes interrogées, 68 ont dit être intéressées par l'achat d'un véhicule connecté. L'adoption d'une technologie intervient si le poids des facteurs créateurs de valeur est perçu comme plus important que celui des facteurs destructeurs de valeur (Rogers, 1995). Pour l'échantillon interrogé, il est apparu que c'est surtout la perspective d'une navigation en temps réel et de la sécurité routière améliorée qui suscite le plus d'intérêt. Pour ce qui est des facteurs destructeurs de valeur, nous avons également pu observer qu'une partie significative de l'échantillon interrogé se disait préoccupée par le respect de sa vie privée. Cette tendance est tout particulièrement ressortie chez les répondants réfractaires aux technologies que Rogers (1995) appelle « les retardataires ».

Le respect de la vie privée est une thématique importante dans l'actualité. Entre le procès de Facebook et la nouvelle loi GDPR, le climat ne penche pas forcément du côté de la confiance. Le véhicule connecté ne fait pas exception à ce climat de méfiance. En effet, 74% des personnes interrogées perçoivent le véhicule connecté comme une menace pour la vie privée et 64% d'entre elles ne feraient pas confiance à un constructeur qui leur garantirait la protection de l'anonymat. Nous comprenons alors que les protagonistes du véhicule connecté ont un réel travail à effectuer pour rassurer les consommateurs. Ce climat de méfiance peut également s'expliquer par le caractère nouveau du véhicule connecté. En effet, il s'agit de technologies nouvelles et cela a donc des implications dont il faut tenir compte pour la suite. Aujourd'hui, il semblerait que certains points restent encore à éclaircir : l'uniformisation des algorithmes de prise de décision du véhicule autonome, le vide juridique en matière de véhicule connecté et autonome, la définition des responsabilités en cas d'accident, etc. Bien qu'il soit tout à fait normal que ces questions nouvelles émergent progressivement, il nous semble primordial de réduire l'incertitude au plus vite afin de rassurer les consommateurs et d'éviter la duplication des efforts.

Enfin, le véhicule connecté a de très nombreuses applications. Cela implique donc un nombre très important de parties prenantes. Parmi celles-ci, nous avons fait le choix de porter notre attention sur les autorités publiques. D'après les réponses obtenues auprès des personnes interrogées, il est apparu qu'une majorité d'entre elles considèrent que c'est notamment à l'Etat belge de garantir la protection de la vie privée. Entre les attentes du consommateur et le fait que le véhicule connecté est une source certaine d'externalités, il est primordial et légitime que les autorités publiques se positionnent rapidement. Celles-ci disposent d'une panoplie d'outils qui permettent de favoriser ou non l'adoption d'une technologie. Elles ont d'ailleurs la possibilité

de forcer une adoption. En effet, les autorités peuvent indirectement forcer la population à adopter le véhicule connecté en faisant, par exemple, passer des lois dans ce sens. Nous comprenons donc que le succès du véhicule connecté en Wallonie n'est pas uniquement fonction de son taux d'adoption mais également du positionnement des autorités.

À la lumière de tout ce qui a été dit, nous nuancerons nos hypothèses en affirmant que le succès du véhicule connecté en matière de sécurité routière en Wallonie est une réalité tout à fait possible. Toutefois, il reste fonction du positionnement des autorités wallonnes pour encadrer son développement. Au-delà d'une adoption qui pourrait être forcée, il y a en revanche un élément qui requiert bien plus de temps pour être répandu : la confiance. Nous terminons alors ce mémoire en soulignant à quel point le chemin à parcourir est encore long et à quel point cette considération d'ordre temporel ne se limite pas uniquement à la mise au point d'une technologie qui fonctionne, bien au contraire.

PARTIE VIII : BIBLIOGRAPHIE

- AIPCR. (2006). *Manuel de Sécurité routière*. Consulté le Juillet 24, 2017, sur AIPCR: https://www.piarc.org/ressources/documents/actes-seminaires06/c31-togo06/8738,8-PIARC_Manuel_securite_routiere_Be.pdf
- AWSR. (2017, Août). *Evolution globale de l'accidentologie - Bilan Wallon 2016*. Consulté le Janvier 30, 2018, sur AWSR: https://www.awsr.be/sites/default/files/sar2017_global_2016.pdf
- AWSR. (2018). *Régionalisation de certaines compétences en matière de sécurité routière*. Consulté le Février 3, 2018, sur AWSR: <https://www.awsr.be/actualites/regionalisation-de-certaines-competences-en-matiere-de-securite-routiere>
- Beaudry, C. (2015). Taux d'adoption de l'innovation. *Sciences, technologies et sociétés de A à Z*.
- Belfiore, G. (2018, Janvier 19). *Définition 5G / Réseau 5G*. Consulté le Mars 15, 2018, sur Futura-Tech: <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-5g-17101/>
- Benghozi, P.-J., Bureau, S., & Massit-Folléa, F. (2009). *L'Internet des Objets. Quels enjeux pour les Européens?* Paris: Maison des Sciences de l'homme.
- Bulsuk, K. (2011, Octobre 12). *Karn Bulsuk*. Consulté le Juin 25, 2017, sur Why Kaizen Implementation Fails: Six Real Reasons / Thought Leadership: <https://www.bulsuk.com/2011/10/why-kaizen-implementation-fails-six.html>
- Bulumulle, G., & Bölöni, L. (2016, Décembre 14). Reducing Side-Sweep Accidents with Vehicle-to-Vehicle Communication. *Journal of Sensor and Actuator Networks*.
- Casner, S., Hutchins, E., & Norman, D. (2016, Mai). The Challenges of Partially Automated Driving. *Communications of the ACM*, 59 (5).
- Cerema. (2008, Juin 2). *Vitesse (la) pratiquée ou V85 : formules de calcul*. Consulté le Juillet 1, 2018, sur Cerema: <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/vitesse-pratiquée-ou-v85-formules-calcul>
- Datacar. (2017, Février 24). *L'impact du développement de l'IoT sur l'automobile*. Consulté le Juin 30, 2017, sur Datacar: <http://www.datacar.com/limpact-developpement-de-liot-lautomobile/>

De brabantere, & Mikolajczak. (2014). *Les philosophes dans le métro*. Paris: Le pommier.

Définitions Marketing. (2017, Avril 5). *Définition : biais d'enquêteur*. Consulté le Juillet 10, 2018, sur Définitions Marketing: <https://www.definitions-marketing.com/definition/biais-d-enqueteur/>

Définitions Marketing. (2017, Avril 5). *Définition : Echelle de Likert*. Consulté le Juin 15, 2018, sur Définitions Marketing: <https://www.definitions-marketing.com/definition/echelle-de-likert/>

Derikx, S., & de Reuver, M. (2016, Février). Can privacy concerns for insurance of connected cars be compensated ? . *Electronic Markets* , 26 (1), pp. 73-81.

Dessart, F. (2014). Professeur d'Etudes de marché à l'Unamur. *slides de cours* . Namur.

Digora. (2018). *Connaissez-vous les Hype Cycles du Gartner Group ?* Consulté le Janvier 30, 2018, sur Digora: <https://www.digora.com/fr/blog/connaissez-vous-les-hype-cycles-du-gartner-group>

Ding, C., Lu, Y., Dai, R., Lu, G., & Wang, Y. (2018, Mai 23). A simulation-based approach to investigate the driver route choice behavior under the connected vehicle environment. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* .

Doecke, S., Grant, A., & Anderson, R. (2015, Janvier 29). The Real-World Safety Potential of Connected Vehicle Technology. *Traffic Injury Prevention* , 16, pp. 31-35.

European Commission. (2015). *Internet of Things - Connected Cars (Business Innovation Observatory)*. Case study, European Commission.

European Commission. (2016, Février 5). *Study on the Deployment of C-ITS in Europe: Final Report*. Consulté le Février 5, 2017, sur European Commission: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>

Gailly, B. (2011). Professeur d'Innovation Management à la LSM . Louvain-la-Neuve.

- Gartner. (2017, Août 15). *Gartner Identifies Three Megatrends That Will Drive Digital Business Into the Next Decade*. Consulté le Mars 1, 2018, sur Gartner: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3784363>
- Gartner. (2013, Août 19). *Gartner's 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps Out Evolving Relationship Between Humans and Machines*. Consulté le Juillet 30, 2017, sur Gartner: <https://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>
- Gartner. (2015, Août 18). *Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor*. Consulté le Juillet 12, 2017, sur Gartner: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>
- Gartner. (2018). *IT Glossary*. Consulté le Mai 15, 2018, sur Gartner: <https://www.gartner.com/it-glossary/?s=autonomous+vehicle>
- Glancy, D. (2012). Privacy in autonomous vehicles. *Santa Clara Law Review* , 52, pp. 1171-1239.
- Grigiac, B. (2018, Juin 5). IBM Associate Partner Public Sector. (G. D. Munter, Intervieweur) Bruxelles, Belgique.
- Institut VIAS. (2018). *Concernant l'Institut VIAS*. Consulté le Janvier 30, 2018, sur VIAS: <https://www.vias.be/fr/a-propos-de-vias/>
- IWEPS. (2018, juin 1). *Parc automobile et immatriculations*. Consulté le juin 10, 2018, sur IWEPS: <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/parc-automobile-immatriculations/>
- Johnson , G., Whittington, R., Scholes, K., & Fréry, F. (2011). *Stratégique* (éd. 9e édition). Paris: Pearson.
- Kalra, N., Anderson, J., & Wachs, M. (2009, Mai). Liability and Regulation of Autonomous Vehicle Technologies.
- Kamigaki, T. (2017, Février 8). Object-oriented RFID with IoT: A Design Concept of Information Systems in Manufacturing. *Electronics* , 6.
- Khan, A. (2013). Cognitive Connected Vehicle Information System Design Requirement for Safety: Role of Bayesian Artificial Intelligence. *Systemics, Cybernetics and Informatics* , 11 (2).

KPMG & CAR. (2012, Août 3). *Self-driving cars: the next revolution*. Consulté le Juin 30, 2017, sur KPMG International: <https://home.kpmg.com/be/en/home/insights/2012/08/self-driving-cars-the-next-revolution.html#Link1>

KPMG. (2017). *Internet of Things*. Consulté le Mai 3, 2018, sur KPMG Suisse: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ch/pdf/clarity-on-cyber-security-2017-iot-en.pdf>

La Libre. (2018, Mars 19). *Un véhicule autonome d'Uber impliqué dans un accident mortel*. Consulté le Juin 20, 2018, sur La Libre : <http://www.lalibre.be/actu/international/un-vehicule-autonome-d-uber-implique-dans-un-accident-mortel-5aaffa1ecd709bfa6adfdc3b>

Lee, C. (2017, Mars). Grabbing the Wheel Early: Moving Forward on Cybersecurity and Privacy Protections for Driverless Cars. *Federal Communications Law Journal* , 69 (1), pp. 25-52.

Lioris, J., Pedarsani, R., Tascikaraoglu, F., & Varaiya, P. (2017, Février 16). Platoons of connected vehicles can double throughput in urban roads. *Transportation Research Part C* , pp. 292-305.

Mahmood, A., Zen, H., & Hilles, S. (2018). Big Data and Privacy Issues for Connected Vehicles in Intelligent Transportation Systems.

Malhotra, N., Kim, S., & Argawal, J. (2004, Décembre). Internet Users' Information Privacy Concerns (IUIPC): The Construct, the Scale, and a Causal Model. *Information Systems Research* , 15 (4).

McKinsey. (2017, Novembre). *The future of connectivity: Enabling the Internet of Things*. Consulté le mars 15, 2018, sur McKinsey&Company: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/internet-of-things/our-insights/the-future-of-connectivity-enabling-the-internet-of-things>

National Highway Traffic Safety Administration. (2018). *Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles*. Consulté le Janvier 30, 2018, sur NHTSA: www.nhtsa.gov

Portail de la Wallonie. (2016). *Sécurité routière: tous concernés* . Consulté le Octobre 26, 2017, sur Portail de Wallonie: http://www.wallonie.be/sites/wallonie/files/vlw_34_-_hiver_2016_-_dossier_securite_routiere.pdf

- PWC China. (2018). *Internet of Things*. Consulté le Juillet 1, 2018, sur PWC China: <https://www.pwccn.com/en/issues/technology/emerging-technologies/internet-of-things.html>
- PWC. (2016, Septembre 28). *Connected car report 2016*. Consulté le Janvier 30, 2017, sur PWC: <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Connected-car-report-2016.pdf>
- Rajaraman. (2017, Juin). Radio frequency identification. *Resonance* , 22 (6), pp. 549-575.
- Rao, S., & Prasad, R. (2018, Mai). Impact of 5G Technologies on Smart City Implementation. *Wireless Personal Communications* , 100 (1), pp. 161-176.
- Réalité-Virtuelle. (2017, Septembre 11). *Google Glass : de l'échec au succès – analyse de la transformation*. Consulté le Juin 25, 2018 , sur Realité-virtuelle: <https://www.realite-virtuelle.com/google-glass-echec-succes-1109>
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of innovations* (éd. 4ème édition). New-York: Free Press.
- Romano, U. (2018, Avril 20). DGO1-21 : Direction de la Sécurité des infrastructures routières. (G. D. Munter, Intervieweur)
- Romano, U. (2017, Juin 20). SPW - DG01 : Direction de la Sécurité des Infrastructures routières. *Véhicules connectés: Perspectives pour améliorer la sécurité routière* . Namur, Belgique.
- Sécurité-Routière AZ. (2018, Février 3). *Abs*. Consulté le Juillet 1, 2018, sur Sécurité routière de A à Z: <https://www.securite-routiere-az.fr/a/abs/>
- Sparrow, R., & Howard, M. (2017, Mai 9). When human beings are like drunk robots: Driverless vehicles, ethics, and the future of transport. *Transportation Research Part C* , 80, pp. 206-215.
- Talebpour, A., & Mahmassani, H. (2016, Juillet 27). Influence of connected and autonomous vehicles on traffic flow stability and throughput. *Transportation Research Part C* , 71, pp. 143-163.
- United States Department of Transportation. (2018). *Connected Vehicle Applications*. Consulté le Mai 10, 2018, sur US DOT: https://www.its.dot.gov/pilots/cv_pilot_apps.htm

Universalis. (2018). *Désirabilité sociale*. Consulté le Juillet 10, 2018, sur Universalis: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/desirabilite-sociale/>

Wang, J., Ni, D., & Li, K. (2014, Mars 4). RFID-Based Vehicle Positioning and Its Applications in Connected Vehicles . *Sensors* , 14 (3), pp. 4225-4238.

Yang, H., Wang, Z., & Xie, K. (2017, Août 5). Impact of connected vehicles on mitigating secondary crash risk. *International Journal of Transportation Science and Technology* , 6, pp. 196-207.