

INSTITUT
MONTAIGNE



Quelle place pour la voiture demain ?



RAPPORT JUIN 2017

L'Institut Montaigne est un laboratoire d'idées - *think tank* - créé fin 2000 par Claude Bébéar et dirigé par Laurent Bigorgne. Il est dépourvu de toute attache partisane et ses financements, exclusivement privés, sont très diversifiés, aucune contribution n'excédant 2 % de son budget annuel. En toute indépendance, il réunit des chefs d'entreprise, des hauts fonctionnaires, des universitaires et des représentants de la société civile issus des horizons et des expériences les plus variés. Il concentre ses travaux sur quatre axes de recherche :

Cohésion sociale (école primaire, enseignement supérieur, emploi des jeunes et des seniors, modernisation du dialogue social, diversité et égalité des chances, logement)

Modernisation de l'action publique (réforme des retraites, justice, santé)

Compétitivité (création d'entreprise, énergie pays émergents, financement des entreprises, propriété intellectuelle, transports)

Finances publiques (fiscalité, protection sociale)

Grâce à ses experts associés (chercheurs, praticiens) et à ses groupes de travail, l'Institut Montaigne élabore des propositions concrètes de long terme sur les grands enjeux auxquels nos sociétés sont confrontées. Il contribue ainsi aux évolutions de la conscience sociale. Ses recommandations résultent d'une méthode d'analyse et de recherche rigoureuse et critique. Elles sont ensuite promues activement auprès des décideurs publics.

À travers ses publications et ses conférences, l'Institut Montaigne souhaite jouer pleinement son rôle d'acteur du débat démocratique.

L'Institut Montaigne s'assure de la validité scientifique et de la qualité éditoriale des travaux qu'il publie, mais les opinions et les jugements qui y sont formulés sont exclusivement ceux de leurs auteurs. Ils ne sauraient être imputés ni à l'Institut, ni, a fortiori, à ses organes directeurs.

*Il n'est désir plus naturel
que le désir de connaissance*

INSTITUT
MONTAIGNE



Quelle place pour la voiture demain ?

Sous la direction de Laurent Burelle,
président-directeur général de la Compagnie Plastic Omnium
et d'Henri de Castries, ancien président-directeur général d'AXA

JUIN 2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	3
RÉSUMÉ EXÉCUTIF	7
ENQUÊTE D'OPINION SUR L'AUTOMOBILE ET SON USAGE	25
I - LE DÉFI SOCIÉTAL	37
1.1. Portée par des innovations technologiques et de nouveaux usages, la voiture demeure une composante incontournable des politiques de mobilité	39
1.2. Le digital révolutionne le rapport à la voiture, mais pose les questions du respect de la vie privée et de la sécurité informatique	61
1.3. Le véhicule connecté permet d'améliorer notablement la sécurité routière, mais soulève des questions éthiques	68
II - LE DÉFI ENVIRONNEMENTAL	79
2.1. La qualité de l'air et la protection du climat sont des attentes fortes des citoyens, qui nécessitent un traitement différencié ...	79
2.2. La réponse des pouvoirs publics est encore insuffisamment coordonnée	87
2.3. Au-delà des régulations concernant les véhicules neufs, il faut agir sur les comportements des automobilistes, notamment grâce aux nouvelles technologies	97
2.4. La diminution des émissions des véhicules neufs bénéficiera des progrès technologiques réalisés par les constructeurs (et pas uniquement en matière de motorisations)	107

III - LE DÉFI ÉCONOMIQUE	123
3.1. Le développement de la voiture du futur va transformer la chaîne de valeur et faire émerger de nouveaux acteurs	125
3.2. La France a les atouts pour inventer la mobilité de demain	140
CONCLUSION	149
ANNEXES	151
REMERCIEMENTS	181

AVANT-PROPOS

*L'avenir de la mobilité :
de la « voiture passion » à la « voiture raison »*

par **Luc Ferry**

Fils d'un petit constructeur de voitures de courses qui fut aussi l'un des meilleurs pilotes d'avant-guerre, je suis, comme on dit, « tombé dedans quand j'étais petit ». J'ai grandi dans un garage où les Bugatti 35B, les Cisitalia et les Maserati 1 500 côtoyaient par dizaines les magnifiques bolides de compétition que fabriquait mon père. Je suis moi-même devenu pilote amateur, essayeur pour Car Life, une prestigieuse publication consacrée aux voitures de sport. Cela dit non par narcissisme, mais pour préciser que la question de l'avenir de l'automobile ne saurait me laisser indifférent.

Dans ma jeunesse, la voiture individuelle affichait toute une série d'attributs qui sont aujourd'hui plus ou moins en voie de disparition. L'automobile, c'était d'abord une passion, celle de la liberté et de l'aventure. Acheter une 2 cv d'occasion dès l'obtention du permis et partir tout seul (surtout pas de covoiturage !) avec sa petite amie, c'était le rêve. Du côté de la compétition, c'était le risque, et même le risque mortel, qui régnait sur les circuits. Jusqu'à la fin des années soixante-dix, le sport automobile était sans nul doute l'un des plus dangereux. Je me souviens d'avoir assisté, accompagnant mon père à Montlhéry, à Reims ou à Pau, à de nombreux accidents qui emportèrent la vie de certains des plus grands pilotes des années 60. Mais la voiture, c'était aussi la beauté, certaines d'entre elles pouvant être considérées comme les plus belles œuvres d'art du XX^e siècle, ce dont témoignent du reste les prix atteints aujourd'hui par les anciennes, attendu qu'ils n'ont aucun rapport avec leur utilité, mais tout à voir avec leur étincelante esthétique. Venait ensuite le culte de la performance. Chaque année, on voyait apparaître des moteurs

plus puissants, des carrosseries plus aérodynamiques, des freins plus efficaces, les innovations de la compétition rejaillissant sur les achats de Monsieur tout le monde. Enfin, la voiture était aussi un outil de séduction.

Aujourd'hui, la passion s'est largement estompée et les mots clefs qui définissent l'automobile idéale disent plutôt la rationalité : fiabilité, confort, sécurité, silence, écologie, économie ont pris la priorité, en même temps qu'on passait du symbolique au réel, du passionnel au rationnel, à quoi trois grandes nouveautés se sont ajoutées, directement liées à la troisième révolution industrielle : le covoiturage (sur le modèle de Blablacar), l'autopartage (avec Autolib) et, surtout, la voiture autopilotée. Cette dernière apportera des progrès indéniables : plus besoin de permis, de feux de signalisation, de panneaux indicateurs, de limitations de vitesses, mais aussi plus d'alcoolisme au volant (parce qu'il n'y aura plus de volant), quasiment plus d'accidents de la route, des parkings hors de villes où les voitures iront se garer toutes seules. Nos voitures connectées deviendront des bureaux roulants et le temps étant du monde la denrée la plus précieuse, elles nous en feront gagner un maximum.

Ces bouleversements se sont accompagnés d'une relative désaffection des jeunes générations pour l'automobile. Nombres d'entre eux préféreront sans doute dépenser leur argent pour des Smartphones, des jeux vidéo et des ordinateurs plutôt que pour l'équivalent de la 2 cv de ma jeunesse. L'une des raisons en est bien sûr que la multiplication des véhicules jointe à l'urbanisation ont rendu l'auto infiniment moins mobile que son nom complet le laissait penser. Au total, elle est devenue en agglomération plus encombrante qu'autre chose : trouver et payer un parking dans nos grandes villes est devenu un casse-tête, se déplacer le week-end sur des autoroutes

ou des routes parsemées de bouchons au départ comme à l'arrivée, un cauchemar. On a vécu ce que Hegel aurait pu appeler une « dialectique de la mobilité », un renversement de la mobilité en son contraire, l'immobilisme des circulations engorgées par des lenteurs fastidieuses réduisant la liberté à néant. Pour toutes ces raisons, il est évident que la « voiture-bureau » finira par remplacer – c'est une simple question de temps – l'auto-passion des origines. La fluidité sur les routes reviendra, les accidents disparaîtront presque entièrement et les véhicules pourront transporter personnes et marchandises sans chauffeur, avant d'aller se parquer par eux-mêmes à la périphérie des villes. Immense progrès, donc, mais aussi extinction d'un rêve que les moins de vingt ans n'auront pu connaître.

Le rapport qu'on va lire explore ces innovations qui vont changer plus rapidement qu'on ne le croit d'ordinaire notre rapport à l'automobile. Il s'attache à cerner les grandes catégories de problèmes qui vont accompagner ces évolutions, en particulier les défis sociétaux, économiques et écologiques. Il ne se contente pas d'en rester à la théorie, il s'engage et formule une série de propositions particulièrement intéressantes et propres à alimenter le nécessaire débat public sur l'avenir de la mobilité. Je suis convaincu qu'il trouvera à ce titre un large écho.

Quelle place pour l'automobile demain ?

Quel avenir pour l'automobile ? L'exigence d'amélioration de la qualité de l'air, la quête d'une mobilité plus fluide et une vision parfois dogmatique conduisent certains à vouloir chasser la voiture de la Cité.

Malgré d'indéniables progrès réalisés pour en atténuer les effets, l'automobile reste source d'externalités indésirables. Au niveau français, le transport représentait ainsi 26,9 % des émissions de gaz à effet de serre en 2013¹ et 28 % des émissions de particules en Île-de-France². La congestion dans les centres-villes entraîne à la fois une augmentation de ces émissions, mais aussi une perte de temps – estimée à 38 minutes par jour à Paris³ – et d'argent considérable pour les usagers de la route.

Les récents scandales à répétition liés à l'optimisation des tests d'émissions par certains constructeurs automobiles ont contribué à ternir l'image de l'automobile. Ce manque de transparence ne peut que nuire à un mode de transport déjà en proie à de nombreuses

¹ Dont 95 % incombe aux transports routiers de voyageurs et de marchandises, selon l'Agence européenne pour l'environnement (octobre 2015). À noter toutefois que les émissions de gaz à effet de serre du transport routier ont diminué de 7,3 % entre 2004 et 2015 (*Les comptes des transports en 2015*, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, août 2016).

² Inventaire régional des émissions en Île-de-France, Airparif, 2012. Au niveau national, les concentrations en particules, à proximité du trafic routier et en fond urbain, ont diminué depuis 2007 pour les PM10 et depuis 2009 pour les PM2,5 (*Les particules atmosphériques : la connaissance progresse*, Datalab, février 2017, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer).

³ TomTom Telematics, *index de trafic 2016*.

critiques. L'interdiction de certains types de véhicules en ville et la piétonisation de zones urbaines illustrent ainsi une dynamique « anti-voiture » au sein des grandes métropoles. De plus en plus marquée, cette orientation semble aujourd'hui la réponse privilégiée par les pouvoirs publics pour répondre aux défis de la mobilité de demain.

Pour autant, la voiture est-elle réellement vouée à disparaître des usages et des mentalités ? Pour envisager une réponse à cette question, l'Institut Montaigne a commandé un sondage approfondi⁴, administré en France mais aussi en Allemagne et en Californie, deux ensembles auxquels nous pouvons nous comparer. Il ressort de cette enquête que la voiture demeure un objet social primordial pour une très grande partie de la population française. Elle bénéficie encore d'une image positive pour plus de trois quarts des Français : elle est avant tout source d'indépendance et de liberté (56 %), puis de plaisir (20 %). Seuls 22 % des sondés en ont une image négative, y voyant une source de dépense (17 %), une contrainte (3 %) ou une nuisance pour l'environnement (2 %). Il n'est d'ailleurs pas anodin que 99,2 % des répondants n'envisagent pas de renoncer à la possession d'une voiture à moyen terme, y compris dans les zones urbaines les plus denses. Cet attachement est identique dans les deux autres zones géographiques interrogées, en Allemagne (98,7 %) comme en Californie (99,5 %).

L'automobile est par ailleurs indispensable pour une grande proportion des Français. Plus de 60 % d'entre eux prennent leur voiture pour se rendre à leur travail, 43,7 % n'ayant pas d'alternative pour réaliser ce trajet. Cette proportion est plus importante qu'en Allemagne

⁴ Sondage réalisé par Kantar pour l'Institut Montaigne en décembre 2016 en France, en Allemagne et en Californie, auprès de 1 000 personnes par pays

(35 %) et qu'en Californie (41 %). Plus qu'un gadget, la voiture est bien souvent une nécessité au quotidien. C'est un constat sur lequel il est indispensable de faire reposer toute réflexion sur l'avenir du véhicule automobile.

L'importance sociale, voire affective, de la voiture se double d'un rôle économique de premier plan : en 2015, la filière automobile française représentait 440 000 salariés en France⁵ (en équivalent temps plein), dont près de la moitié appartenant au noyau de la filière (les constructeurs ou motoristes, les équipementiers et les carrossiers). Elle induisait indirectement 2,1 millions d'emplois supplémentaires selon le Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA)⁶, notamment *via* les métiers liés à l'usage de la voiture (vente, après-vente, location, etc.) ou ceux liés à la mobilité (transport routier de marchandises, transport de voyageurs, etc.). Le secteur automobile représente 16 % du chiffre d'affaires de l'industrie manufacturière française et compte parmi les premiers dépositaires de brevets en France.

Les politiques conduites tentent aujourd'hui de répondre prioritairement à l'enjeu de lutte contre la pollution, délaissant ainsi les enjeux de mobilité qui sont pourtant centraux. Comment concilier ces deux approches tout en conservant des objectifs économiques et écologiques ambitieux ?

De multiples innovations – récentes ou en cours de développement – traduisent un réel effort de la part de l'écosystème automobile pour répondre aux critiques qui lui sont adressées comme aux besoins des citoyens. Que l'on pense aux nouveaux usages de la voiture

⁵ Ministère de l'Économie et des Finances, 2016.

⁶ CCFA, *Analyses et statistiques 2016*.

(covoiturage, location entre particuliers, VTCs, etc.), aux progrès considérables réalisés en matière de motorisation ou bien sûr à la perspective d'un véhicule sans conducteur, l'automobile pourrait à l'avenir combiner respect de la mobilité et contribution importante à la réduction de la pollution.

Mais que l'automobile parvienne à cette synthèse n'est pas acquis : objet de fascination comme d'hostilité, encore indispensable mais menacée, elle court le risque d'être évincée avant d'avoir pu tenir toutes ses promesses. Et le temps joue contre elle car le renouvellement du parc est très lent : on estime que près de 20 ans sont nécessaires à ce qu'une innovation se diffuse à la moitié des véhicules en circulation.

L'avenir de la voiture dépendra de sa capacité à relever trois défis :

- un défi **sociétal** : la révolution de la voiture connectée et autonome permettra de développer considérablement les politiques de transport multimodales et ainsi de répondre aux différents défis des collectivités en matière de mobilité (sécurité, congestion, environnement) ;
- un défi **environnemental** : si les objectifs sont connus – améliorer la qualité de l'air et lutter contre le changement climatique –, la stratégie pour les atteindre ne peut plus se limiter à imposer des normes toujours plus strictes aux seuls véhicules neufs et doit être globale (harmonisation européenne, action sur l'ensemble du stock des voitures, etc.) ;
- un défi **économique** : l'innovation en matière d'automobile est frénétique, mais elle est en partie portée par de nouveaux entrants (Tesla, Apple, Google) qui menacent directement les acteurs traditionnels de la filière. Pour que la voiture du futur soit française, une coopération des entreprises et des pouvoirs publics est indispensable.

Sur tous ces aspects, des collaborations étroites devront être nouées entre la puissance publique, les industriels et la société civile. L'avenir de l'automobile dépend de leur capacité collective à répondre à ce triple défi et à assurer une transition fluide vers un nouveau modèle de mobilité.

Ainsi, pour répondre à ces trois défis, le groupe de travail formule dix propositions. Celles-ci reposent sur les principes directeurs suivants :

- des mesures **incitatives**, fondées sur des mécanismes de marché, sont préférables à une approche coercitive ;
- **l'expérimentation** doit être encouragée, en commençant par des tests à l'échelle locale avant d'envisager un déploiement rapide et de grande envergure ;
- la réglementation doit être guidée par une **logique de résultats** plutôt que de moyens, et laisser suffisamment de latitude aux acteurs dans les choix technologiques qui se présentent ; elle doit **embrasser les problèmes de façon globale**, pour limiter les possibilités de contournement ;
- des **normes harmonisées au niveau européen** permettent de créer un marché de taille critique, sans faire obstacle à des déclinaisons locales qui tiennent compte des spécificités des territoires ;
- tous les acteurs – publics et privés, historiques ou nouveaux, grands et petits – peuvent contribuer à l'innovation et gagneront à travailler en **coopération**.

PROPOSITIONS

Répondre au défi sociétal en faisant de la voiture un moyen de transport plus sûr et mieux articulé avec les autres solutions de mobilité

Proposition n° 1 : Susciter le développement, par les acteurs publics et privés de la mobilité, de solutions intelligentes et intermodales de transports permettant d'ajuster en temps réel l'offre à la demande (« VTC collectif » en zone peu dense notamment).

1 2 Une part importante du territoire national est mal couverte par les transports publics, au prétexte qu'ils y seraient trop peu rentables. Le développement des véhicules connectés invite pourtant à se garder de tout fatalisme. Sur le modèle des VTCs, il est en effet possible d'engager le développement de services de transports de personnes basés sur des véhicules de faible capacité (minibus, etc.) et dont les parcours seraient adaptés en temps réel aux besoins des usagers. Cela représenterait une véritable révolution dans l'économie des transports publics en zones peu denses.

En complément des bus à horaires et lieux de passages fixes, il pourrait être créé des systèmes de navettes à la demande ou « micro-transits », qui ne se déplaceraient que lorsqu'un nombre suffisant d'usagers se serait manifesté. Cette solution, grandement facilitée par les technologies actuelles, a déjà été mise en place au Canada, *via* Uber Hop, et gagnerait à être implantée en France.

Le développement de ces solutions devrait associer les différents acteurs concernés : collectivités locales, entreprises de transports publics, sociétés privées de mobilité, etc. Le rôle des pouvoirs publics pourrait être à la fois financier – appel d’offre, concours d’innovation, etc. – et réglementaire – assouplissement des normes encadrant le transport de passagers. Ces services devront être financièrement accessibles pour les usagers, afin de permettre au plus grand nombre d’accéder à une meilleure mobilité.

Proposition n° 2 : Adopter au niveau européen des principes normatifs communs de régulation de la circulation, dans une logique de réduction tant de la congestion que de la pollution.

S’il est important de développer de nouveaux moyens de circulation dans les zones les moins bien desservies, il est naturel de chercher à réguler le trafic dans les zones marquées par la congestion – généralement en centre-ville. Pour autant, afin de faciliter la mise en œuvre de ces dispositifs et ne pas créer d’obstacle à la mobilité, il est primordial que les normes encadrant la mobilité soient homogènes d’une ville à l’autre et d’un pays à l’autre.

La régulation du trafic reposera de plus en plus sur des systèmes « intelligents » : micro-péages dynamiques nécessitant l’installation d’un boîtier spécifique dans les voitures, panneaux de signalisation connectés, etc. L’harmonisation des réglementations permettrait d’assurer l’interopérabilité et la compatibilité de ces dispositifs sur tout le territoire de l’Union européenne (ex. : boîtier de péage automatique reconnu dans l’ensemble des villes et sur l’intégralité des routes où un péage est mis en place).

Cela aurait un intérêt pour les citoyens – qui pourraient plus facilement se déplacer dans les différentes agglomérations européennes – comme pour les industriels – qui bénéficieraient d'un vaste marché pour proposer des solutions technologiques adaptées, à un coût raisonnable. De la même manière, il conviendrait de mettre en place une catégorisation environnementale harmonisée des véhicules sur laquelle seraient fondées les mesures de restriction de circulation décidées au niveau local (par exemple une vignette interoperable au niveau européen).

Le cadre juridique et réglementaire, une fois harmonisé, agirait comme une « boîte à outils » afin de laisser une marge d'appréciation aux collectivités nationales et locales, afin de pouvoir adapter la réglementation aux spécificités des territoires. Il pourrait combiner des simples recommandations (présentation d'une palette d'outils incitatifs, notamment en matière de péage urbain) et des éléments qui seraient rendus contraignants à terme (par exemple, la vignette environnementale harmonisée, qui pourrait être intégrée à une directive).

Proposition n° 3 : Développer la collecte et l'utilisation collective des données issues des calculateurs de bord pour en maximiser les bénéfices communs : pour ce faire, définir au niveau européen les données d'intérêt général de la mobilité et en fixer des règles d'accès, de partage, et d'exploitation permettant de stimuler l'innovation tout en en garantissant la sécurité et la confidentialité.

L'harmonisation des normes doit aussi inclure la dimension numérique de la mobilité. L'exploitation des données de conduite représente en effet un gisement pour de nouveaux services – donc un levier de compétitivité pour l'industrie française – mais aussi un risque potentiel, qui impose de protéger et rassurer les citoyens.

L'encadrement de l'accès aux données devrait s'articuler avec le développement des mécanismes de régulation dynamique du trafic (micro-péages, voies réservées) qui, pour fonctionner, nécessitent de collecter des données liées à la voiture et à son usage (nombre d'occupants, type de véhicule, etc.).

La notion de « données d'intérêt général » pourrait également être prise en compte : des informations collectées par un véhicule – détection d'un accident par des caméras embarquées, par exemple – peuvent avoir une utilité pour d'autres véhicules – dans ce cas, l'avertissement des conducteurs arrivant en zone d'accident.

Proposition n° 4 : Dans le but d'exploiter leur potentiel d'amélioration de la sécurité routière, accélérer la généralisation des nouveaux dispositifs de sécurité les plus performants (freinage d'urgence et dispositifs anti-inattention notamment), dès lors que leur efficacité en termes humains et économiques aura été démontrée par des études indépendantes.

15

Une fois leur efficacité prouvée par des études indépendantes, une approche pertinente consisterait à rendre ces dispositifs obligatoires sur les nouveaux véhicules, voire sur l'ensemble du parc lorsqu'une adaptation est possible. Cela pourrait notamment être le cas des appareils de détection de la somnolence.

Il serait également possible d'adopter une démarche incitative à l'égard des usagers, par exemple *via* des avantages financiers – modulation du prix des péages urbains selon que la voiture possède ou non certains équipements de sécurité.

Répondre au défi environnemental en fixant des objectifs plus ambitieux et mieux contrôlés qu'aujourd'hui, en laissant davantage de latitude pour les atteindre

Proposition n° 5 : Mettre en œuvre des mécanismes incitatifs (plutôt que des restrictions de circulation) pour réguler le trafic et la pollution dans les zones urbaines les plus denses, de manière efficace et équitable.

La régulation du trafic dans les zones les plus denses représente un objectif essentiel. Les solutions apportées doivent être à la fois adaptées au cadre précis de leur mise en œuvre et compatibles avec le cadre normatif européen harmonisé. Plutôt qu'une interdiction pure et simple des véhicules motorisés, il serait possible de limiter leur usage par la dissuasion, tout en encourageant les comportements les plus vertueux.

16

Une première étape consisterait à mettre en place dans les grands centres urbains – grâce aux avancées technologiques – des mécanismes d'autoévaluation : la collecte de données d'émissions en temps réel permettrait d'informer les conducteurs de leur impact environnemental et de les comparer à leurs pairs, afin de les inciter à conduire de façon plus fluide et moins polluante.

Cette phase d'autoévaluation pourrait être complétée, dans un second temps, par la mise en place de mécanismes incitatifs financiers – micro-péages dynamiques – ou non – voies réservées au covoiturage, par exemple. Les nombreuses données collectées dans le cadre des dispositifs d'autoévaluation permettraient de mieux concevoir ces

mécanismes incitatifs, et donc de les rendre plus acceptables et efficaces. Les principes suivants pourraient être retenus :

- les micro-péages et autres dispositifs feraient d'abord l'objet d'une expérimentation et leurs impacts seraient évalués de façon indépendante. En fonction de ces résultats – et le cas échéant après consultation publique – ils seraient pérennisés ou non ;
- le prix du micro-péage dynamique serait modulé selon plusieurs critères – modèle de la tarification intelligente, ou « *smart congestion charging* » –, comme par exemple la catégorie du véhicule (niveau et type de pollution émis), son usage (taux de remplissage), l'état du trafic et la qualité de l'air (prix plus élevé pendant les pics de congestion ou de pollution), la fréquence et l'intensité d'utilisation dans les zones ciblées, etc. La tarification prendrait en compte la situation sociale des automobilistes pour ne pas faire peser une charge excessive sur les moins favorisés ;
- les recettes du micro-péage seraient réinvesties dans les transports publics et dans les infrastructures routières ;
- le micro-péage s'appliquerait aux voitures des particuliers comme au transport de marchandises, le cas échéant selon des conditions tarifaires différenciées.

À plus long terme, ces systèmes de régulation intelligents pourraient être appliqués à d'autres sujets : limitation de vitesse adaptative sur autoroute selon les conditions météorologiques et l'état du trafic, dans les zones touchées par un pic de pollution, etc.

Proposition n° 6 : Revoir le mode de calcul des objectifs d'émissions de CO₂ par constructeur dans la réglementation européenne afin d'encourager l'allègement des véhicules, gisement encore insuffisamment exploité de réduction des émissions.

La réglementation européenne sur le CO₂ vise à faire internaliser les coûts environnementaux de l'automobile par les constructeurs en fixant une norme d'émission de CO₂ (95 g/km à l'horizon 2021) qui s'applique en moyenne à l'ensemble des voitures neuves vendues dans l'Union Européenne. Cette norme générale est déclinée par constructeur selon un système dit de « pente de droits d'émissions ». La fixation de la pente (et le critère de pondération utilisé) est un point déterminant dans la mesure où celle-ci attribue une valeur aux différents moyens d'« économiser » des grammes de CO₂.

18

En privilégiant le choix de la masse du véhicule plutôt que son empreinte au sol comme critère de pondération, la réglementation européenne pénalise l'allègement comme stratégie de réduction de l'impact environnemental des véhicules, alors même que l'apparition de nouveaux matériaux, plus légers et plus résistants, renforce le potentiel de cette dernière.

Pour y remédier, l'option la plus consensuelle consisterait à modifier la pente de neutralisation de l'allègement (qui passerait par exemple de 60 % à 40 %) afin d'inciter davantage à l'allègement des véhicules fabriqués.

Une seconde option, plus ambitieuse, mais moins facilement acceptable pour certains constructeurs de véhicules premium plus lourds, consisterait à remplacer le critère de pondération par le poids par un critère de pondération par l'empreinte au sol du véhicule (ce qui

est pratiqué aux États-Unis), redonnant tout son intérêt à l'allègement.

Dans tous les cas, les contrôles devront être renforcés, afin de garantir l'efficacité des réglementations et de restaurer la confiance des citoyens.

Proposition n° 7 : Réglementer les émissions selon des mécanismes incitatifs fondés sur une logique globale de résultats, ne prescrivant pas de choix technologiques.

Qu'elles soient impératives ou incitatives, les règles en matière d'émissions devraient se fonder sur une exigence de résultats, sans favoriser un choix technologique plutôt qu'un autre. À court terme, il serait souhaitable d'accélérer la convergence des normes d'émissions pour les motorisations diesel et essence (dans les prochaines normes EURO), en concertation avec les industriels – en fonction notamment des écarts constatés entre émissions en situation réelle et émissions en situation de test.

De plus, tout en conservant les plafonds actuels d'émissions véhicule par véhicule, des objectifs plus contraignants d'émissions de particules et d'oxydes d'azote (NOx) pourraient être fixés en moyenne pour les voitures mises sur le marché chaque année par un constructeur donné, comme c'est le cas en matière de CO₂. Cela permettrait à chaque constructeur de trouver le meilleur mix de technologies pour réduire globalement les émissions de sa flotte, et donc améliorer plus rapidement la qualité de l'air dans les villes.

S'agissant plus particulièrement des particules fines, les régulations d'émission devraient intégrer la totalité des sources d'émissions de

particules et non seulement l'échappement, qui ne représenterait que 5 % des émissions directes et indirectes des véhicules récents (contre deux tiers des émissions dus à la remise en suspension des particules fines⁷).

De manière plus prospective, il serait souhaitable d'encourager davantage et de manière équilibrée les technologies les plus prometteuses (hybride essence – diesel, hydrogène, électrique, etc.), en adoptant une logique de coûts complets (y compris concernant l'infrastructure de distribution d'électricité), et une approche globale, du puits à la roue et sur l'ensemble du cycle de vie (question du recyclage des batteries notamment).

Répondre au défi économique en permettant la structuration d'une filière française tournée vers l'avenir et fortement innovante

Proposition n° 8 : Combler le retard français en matière d'expérimentation de véhicules autonomes en conditions réelles. Pour ce faire, associer dans une logique d'innovation ouverte les différents acteurs de la mobilité (constructeurs, *start-ups*, opérateurs de transport, pouvoirs publics, etc.) afin de développer davantage de lieux et de programmes d'expérimentation et faciliter le financement des innovations.

L'expérimentation est indispensable à l'innovation, et tester des technologies dans des conditions proches de la réalité permet d'accélérer l'apprentissage. Des sites d'expérimentation ont déjà été créés

⁷ Victor R.J.H. Timmers, Peter A.J. Achten, Atmospheric Environment, *Non-exhaust PM emissions from electric vehicles*, 2016.

ou sont en cours d'installation en Europe, y compris en France. Certains pays comme l'Allemagne (portions d'autoroutes équipées d'infrastructures spécifiques – signalisation routière notamment – permettant de faire rouler des véhicules connectés) et les États-Unis (tests conduits par Uber à Pittsburgh) sont cependant plus avancés, car ils prévoient des dispositifs de tests en conditions réelles, intégrés aux infrastructures existantes. Il est indispensable de faire de même en France, afin de combler tout retard technologique qui émergerait.

La participation des pouvoirs publics – locaux et nationaux – à ces expérimentations est importante, car elle leur permettrait de mieux anticiper les innovations à venir et leurs conséquences, tant en matière de réglementation que de politique d'urbanisme. L'ouverture de ces zones devrait bien sûr se faire dans des conditions de sécurité maximales (zones cartographiées spécifiquement, usage des véhicules uniquement en conditions favorables – météo, lumière, etc.).

Le développement d'un véritable écosystème d'innovation permettra par ailleurs de stimuler l'investissement, notamment le capital-risque, c'est-à-dire dans les sociétés (*start-ups*) n'ayant pas encore atteint leur point d'équilibre. Les initiatives mettant en relation les différents acteurs – incubateurs, pôles d'innovation – peuvent ici jouer le rôle de catalyseur.

Proposition n° 9 : Anticiper les mutations du marché du travail induites par le véhicule du futur, par une politique de formation et de reconversion ambitieuse.

La stimulation de l'innovation passe par des investissements techniques mais également par des investissements dans le capital

humain. Les évolutions des technologies et des usages auront un impact majeur sur l'emploi dans certains secteurs – transport de personnes et de marchandises, concessions automobiles, etc. Ces transformations sont inéluctables et porteuses d'autres types d'avantages (meilleure mobilité, gains de productivité, etc.).

Elles nécessitent d'être accompagnées par une gestion prospective et stratégique des mutations du marché du travail : la filière automobile, avec le soutien des pouvoirs publics, devrait conduire dès à présent une analyse de l'impact sur l'emploi du véhicule du futur, à la fois d'un point de vue quantitatif (nombre d'emplois menacés dans chaque secteur d'activité) et qualitatif (reconversions possibles selon les compétences). Ce diagnostic partagé permettrait d'adopter une stratégie de gestion prévisionnelle des métiers et des compétences permettant, à terme, d'éviter de futures restructurations brutales et difficiles.

Proposition n° 10 : Réunir les acteurs de la mobilité de demain dans une instance de dialogue élargie, à laquelle seront associés les nouveaux acteurs de la mobilité (par exemple en renforçant le rôle de la filière automobile et mobilités – PFA) **afin de mieux anticiper l'évolution des besoins industriels.**

La mobilisation de tous les acteurs français dans le but d'élaborer et de produire la voiture du futur gagnerait à être mieux coordonnée. Il existe déjà des lieux de concertation (comité stratégique de filière automobile par exemple), mais qu'il convient d'élargir.

Il est en effet primordial d'accroître le dialogue entre les grands groupes et les nouveaux entrants de la mobilité connectée et autonome, afin de favoriser une innovation en réseau. Cela permettrait

de conduire rapidement de nombreuses expérimentations, tout en diffusant à grande échelle les innovations les plus convaincantes.

Les incitations à de telles coopérations pourraient être amplifiées dans le cadre de partenariats public-privé : soutien aux projets collaboratifs, concours d'innovation, etc.

Conclusion : les promesses du véhicule autonome

A l'intersection des trois grands défis, sociétal, environnemental et économique, que doit relever l'automobile, le développement du véhicule autonome est riche de promesses : amélioration de la sécurité routière, de la qualité de vie, de l'accès à la mobilité ou encore de la performance environnementale, tant dans les centres urbains que dans les territoires périphériques.

Il s'agit aussi d'une compétition internationale, qui va au-delà des seules entreprises du secteur. **La France peut être leader dans le développement de véhicules autonomes accessibles à tous, à condition de s'en donner les moyens.**

Ses entreprises disposent d'atouts considérables, dans le secteur automobile, dans celui des technologies digitales ou encore de la ville intelligente. Une dynamique puissante est déjà à l'œuvre. Elle doit être renforcée et accompagnée par les pouvoirs publics.

Le rôle de ces derniers est en effet crucial : au niveau européen, en adoptant une approche concertée et en développant un cadre réglementaire favorable ; au niveau français, en soutenant cette politique industrielle innovante, notamment grâce au programme d'investis-

sements d'avenir ou par le développement d'infrastructures capables d'accueillir des véhicules autonomes ; au niveau local, en lançant des expérimentations en conditions réelles, permettant d'intégrer le véhicule autonome à la mobilité de demain.

De cette action volontariste et de long terme dépend la capacité de notre pays à tirer profit de cette révolution technologique.

ENQUÊTE D'OPINION SUR L'AUTOMOBILE ET SON USAGE

Afin de nourrir la réflexion qu'il a consacrée à l'automobile et à son usage, l'Institut Montaigne a choisi de conduire une enquête d'opinion sur les habitudes et les attentes des citoyens en termes de mobilité et d'avenir de l'automobile. Cette enquête a été réalisée en décembre 2016 par Kantar-TNS Sofres auprès de 3 000 personnes. Trois zones géographiques ont été étudiées : la France, l'Allemagne et la Californie.

Quels sont les enseignements de ce sondage ?

Quel est le rapport à la voiture des personnes interrogées ?

Le permis de conduire n'est pas *has been*. Dans les trois zones géographiques étudiées, **plus de 9 personnes interrogées sur 10 détiennent leur permis de conduire**. Contrairement aux idées reçues, ce taux demeure élevé chez les 18-24 ans, puisque 83,9 % des Français, 80,1 % des Allemands et 85,1 % des Californiens en disposent.

Il ressort du sondage que **les caractéristiques géographiques** des trois zones étudiées influent fortement sur les moyens de transport privilégiés : notamment, en Californie, les usagers utilisent plus fréquemment la voiture, l'avion et le train, du fait de la longueur des trajets à parcourir. Sept Californiens sur dix utilisent la voiture dans leurs déplacements domicile-travail, contre 64,4 % pour les Français. Ceux qui ne prennent pas la voiture quotidiennement en France (47,6 %) et en Allemagne (49,2 %) profitent de distances plus courtes à parcourir pour se déplacer à vélo ou à pied. Ils sont par

ailleurs plus susceptibles d'utiliser les réseaux de transports en commun, plus aboutis.

Dans les trois zones toutefois, **plus de la moitié des répondants utilisent leur voiture personnelle au moins une fois par jour**, faisant de cette dernière le moyen de transport le plus usité. Le véritable clivage géographique se situe plutôt à l'intérieur de chacune de ces zones, **l'usage quotidien de l'automobile diminuant selon la taille des agglomérations**. Néanmoins, **même dans les grandes villes, cet usage quotidien de la voiture reste significatif**, puisqu'il concerne en moyenne 35 % des individus habitant dans le centre urbain des grandes métropoles⁸, contre 24 % pour les transports en commun. Dans le seul cas de la France, ces chiffres s'établissent respectivement à 23 % (usage quotidien de la voiture) et 31 % (usage quotidien des transports en commun). Il est intéressant de noter ici le clivage qui oppose les habitants des centres urbains aux habitants des périphéries de ces mêmes métropoles, l'usage quotidien de la voiture étant de 15 points plus élevé pour les seconds, pour un taux d'utilisation des transports en commun similaire aux premiers.

Quelle est la relation des personnes interrogées avec la voiture d'aujourd'hui ?

99 % des possesseurs d'une voiture ne comptent pas s'en séparer dans les trois zones étudiées (ils veulent soit la garder, soit en changer). Cette réponse unanime s'explique par l'image que donne l'automobile aujourd'hui : **pour plus d'une personne interrogée sur deux, la voiture est avant tout synonyme de liberté et d'indépendance**.

⁸ Entendues ici comme les agglomérations de plus de 1,5 millions d'habitants.

Les aspects négatifs liés à la possession d'un véhicule (nuisance pour l'environnement, contrainte) ne sont cités que très rarement par les répondants, même si une personne sur cinq conçoit l'automobile comme une source de dépenses.

La voiture demeure donc un mode de transport privilégié et plébiscité par les sondés des trois régions. L'automobile est ainsi réputée **pour son aspect pratique** (pour les Européens) et **son confort** (pour les Californiens). De plus, en comparaison avec les autres moyens de locomotion, les répondants citent comme atout majeur de l'automobile **sa flexibilité**, et ce dans les trois zones géographiques étudiées. Viennent ensuite le côté pratique de la voiture chez les Français, le confort chez les Allemands, et la rapidité chez les Californiens.

Ceux qui ne se déplacent pas en voiture ont d'autres priorités :

- la marche à pied et le vélo sont privilégiés pour leur aspect bénéfique pour la santé ;
- les transports en commun sont vus comme pratiques et peu coûteux ;
- le train est choisi pour sa rapidité et le plaisir associé à son utilisation.

Choisie, l'automobile l'est néanmoins parfois faute de mieux : **près de 4 individus sur 10 estiment ainsi n'avoir aucune autre alternative à ce mode de transport, quel que soit le type de déplacement considéré**. Si c'est dans les zones les moins denses que cette dépendance est la plus forte, celle-ci existe aussi dans les grandes métropoles, où un usager sur trois déclare ne pas disposer d'alternative à la voiture. Ajoutons qu'**en France, ce sont les catégories sociales les plus favorisées qui sont les moins dépendantes de la voiture**, notamment pour leurs déplacements domicile-travail (38 % pour

les actifs CSP+, vs. 44 % pour les inactifs et 49 % pour les autres CSP).

Si elles sont en croissance, les nouvelles formes de mobilité (l'auto-partage, le covoiturage, la location de voiture entre particuliers...) ne sont encore que **très partiellement exploitées**. En France, leur usage au quotidien ne dépasse pas 6 % des individus concernés, quelle que soit la zone géographique concernée⁹. Ceux qui ont recours aux nouvelles de mobilité le font en remplacement de la voiture individuelle (dans 40 % des cas), mais aussi régulièrement pour substituer des trajets habituellement réalisés en train (covoiturage longue distance), en transports en commun ou à pied (auto-partage, VTC).

Quelles attentes placent les personnes interrogées dans la voiture de demain ?

Lorsqu'ils sont interrogés sur le véhicule du futur qui conviendrait le mieux à leurs besoins, les Français et les Allemands citent **le respect de l'environnement** comme caractéristique principale. Les Californiens sont davantage sensibles à la sûreté. Enfin, seuls 16,4 % des Français, 15 % des Allemands et 22,3 % des Californiens considèrent que le véhicule qui répondrait le mieux à leurs besoins serait le véhicule autonome, dont les potentielles promesses suscitent un **certain scepticisme**. À la question « dans quelle mesure un tel

⁹ C'est dans les agglomérations de 500 000 à 1,5 millions d'habitants que cet usage quotidien est le plus élevé ; pour la population française prise dans son ensemble, ce taux s'élève à 2 %. L'usage occasionnel des nouvelles formes de mobilité concerne quant à lui davantage de personnes, puisque 36 % des Français en moyenne ont eu recours à ces dernières au cours des 12 derniers mois précédant la réalisation de cette enquête.

véhicule répondrait-il à vos besoins de mobilité ? », ils sont autant à répondre positivement (extrêmement bien, très bien) que par la négative (peu, pas du tout).

Paradoxalement, ils sont **près de deux tiers à avoir une perception globalement positive** du véhicule autonome (63,3 % pour les Français, 64,4 % pour les Californiens et 54,5 pour les Allemands). De plus, on constate un quasi-consensus sur la capacité du véhicule autonome à permettre aux personnes à mobilité réduite de se déplacer aisément (plus de 4 sondés sur 5). De plus, un véhicule autonome réduirait **la perte de temps liée à la recherche d'un stationnement** selon 80,3 % des Français. Cela permettrait de faire des trajets plus longs sans se fatiguer pour 71,9 % des Allemands et pour 79,9 % des Californiens.

Dès lors, comment expliquer leur manque d'enthousiasme face à cette nouvelle technologie ?

29

Tout d'abord, les répondants doutent du prix de la voiture autonome lorsque celle-ci sera mise en vente : **45,8 % des Français, 43,1 % des Allemands et 40,3 % des Californiens l'identifient comme le principal inconvénient du véhicule autonome.**

Autre réserve exprimée, la protection de leurs données personnelles : la crainte de voir celles-ci mal utilisées ou piratées est manifestée par 27 % des Californiens et 33 % des Allemands. Mais, même si le prix leur convenait, 31,6 % des Français, 31,5 % des Allemands et 33,1 % des Californiens ignorent s'ils achèteraient un tel véhicule.

Ces différents éléments constituent donc autant de freins à une diffusion rapide de ces technologies à court terme. S'ils souhaitent remédier à cette terne dynamique, les pouvoirs publics devront ainsi redoubler d'effort pour **encourager l'innovation dans le secteur automobile**, avec une attention particulière sur la pédagogie auprès des citoyens.

Méthode :

Le sondage a été réalisé via des interviews online, entre le 14 et le 27 décembre 2016, auprès de 1006 Français, 1004 Allemands et 983 Californiens, soit 2 993 personnes représentatives de la population des zones géographiques.

INTRODUCTION

De la Magna Carta à la Déclaration universelle des droits de l'homme, la liberté d'aller et venir figure parmi les droits les plus fondamentaux. La croissance économique s'est historiquement accompagnée de la mobilité des biens et des personnes, qui en est à la fois la cause et la conséquence. La disponibilité de moyens de transport fiables et rapides facilite l'accès à l'emploi, à la consommation, à la culture et aux loisirs.

Tout au long du XX^e siècle, le progrès technique et l'investissement dans les infrastructures ont permis un formidable raccourcissement des distances et des temps de parcours, y compris dans la vie quotidienne. De tous les moyens modernes de locomotion, l'automobile est assurément celui qui suscite les sentiments les plus forts et les plus contraires. Dans le cœur des Français, la voiture est un symbole d'émancipation (le permis de conduire marque le passage à l'âge adulte) et de liberté, un indispensable élément du quotidien et parfois même un objet de désir. Mais elle est aussi perçue comme une contrainte économique, un danger dans l'espace public et une menace pour l'environnement.

Cet enjeu environnemental est désormais essentiel. Qu'il s'agisse des engagements de la plupart des pays développés de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, ou de la volonté de toutes les grandes villes du monde d'améliorer la qualité de l'air, l'automobile est au centre des attentions. Le sentiment de trahison exprimé par les citoyens suite à l'« affaire Volkswagen » alimente des volontés de durcissement de la réglementation. Celles-ci ne peuvent cependant ignorer certaines réalités économiques, industrielles et sociales qui appellent à trouver le juste rôle de la voiture dans nos sociétés.

Des révolutions considérables sont à l'œuvre dans le secteur automobile, qu'il s'agisse du véhicule propre, du véhicule partagé ou bien sûr du véhicule autonome. Alors que certains veulent chasser la voiture de la Cité, celle-ci se trouve renforcée par des innovations récentes et à venir, qui plaident au contraire pour une approche équilibrée, articulant les différents moyens de transports en fonction de leurs mérites respectifs. Au demeurant, l'automobile constitue une industrie de pointe, représentant 440 000 salariés en France¹⁰ (en équivalent temps plein), dont près de la moitié appartenant au noyau de la filière (les constructeurs ou motoristes, les équipementiers et les carrossiers). Le secteur automobile représente 16 % du chiffre d'affaires de l'industrie manufacturière française¹¹.

C'est à l'interface de trois défis, sociétal, environnemental et économique, que va se jouer l'avenir de l'automobile et de sa filière industrielle.

3 2

Au plan sociétal tout d'abord (chapitre I), il s'agit de tirer pleinement parti de la révolution du véhicule connecté et autonome pour réconcilier la voiture avec les territoires. Dans les zones peu denses, la voiture du futur sera peut-être le transport public de demain. En ville, le véhicule connecté s'articulera avec les autres modes de déplacement et permettra la transition vers une régulation intelligente du trafic. Partout, l'intelligence embarquée fera diminuer le nombre de morts sur les routes. Les risques sont cependant nombreux : fragmentation de la réglementation (chaque ville édictant ses propres règles), absence de respect de la vie privée, piratages informatiques... L'action des pouvoirs publics sera déterminante pour ne garder que le meilleur de ce gigantesque potentiel technologique.

¹⁰ Ministère de l'Économie et des Finances, 2016.

¹¹ CCFA, *Analyses et statistiques 2016*.

Au plan environnemental ensuite (chapitre II), les objectifs sont connus : améliorer la qualité de l'air et lutter contre le réchauffement climatique. Les atteindre nécessite cependant de changer de méthode. Les réglementations sont aujourd'hui centrées sur les normes réglementant les véhicules neufs, alors que le parc existant est immense et qu'une innovation met plusieurs dizaines d'années à se diffuser. Il est donc temps d'adopter une approche (harmonisation européenne, action sur l'ensemble du stock des voitures, etc.), pour entamer la mue des comportements que la technologie rend possible (covoiturage, multimodalité, écoconduite optimisée par ordinateur). La réglementation peut aussi être adaptée pour pleinement exploiter certains potentiels technologiques, comme l'allègement des véhicules, ou lutter plus efficacement contre les particules fines. Mais il est essentiel que la transition vers ce nouveau modèle soit conduite avec mesure et anticipation, afin de permettre aux filières industrielles de s'adapter et d'en limiter les conséquences économiques pour les ménages.

Car l'enjeu économique (chapitre III) est considérable. Tous les quatre ans, les constructeurs automobiles dépensent l'équivalent de la valeur de leur entreprise en R&D et investissements de capital, là où la moyenne est de vingt ans pour les autres industries. Ce renouvellement frénétique des technologies ouvre des espaces pour les nouveaux entrants (Tesla, Apple, Google...) et laisse présager des recompositions profondes de la chaîne de valeur. En aval, « l'ubérisation¹² » guette de nombreux métiers : concessionnaires, assureurs, chauffeurs-livreurs, etc. La filière doit donc se structurer pour anticiper ces évolutions à venir en matière d'innovation, d'emplois et de souveraineté économique.

¹² Ce terme peut paraître galvaudé. Il désigne ici d'une évolution profonde de la chaîne de valeur, liée à la désintermédiation permise par les nouvelles technologies.

Sur tous ces aspects, des collaborations étroites devront être nouées entre la puissance publique, les industriels et la société civile. L'avenir de l'automobile dépend de leur capacité collective à répondre à ce triple défi et à assurer une transition fluide vers un nouveau modèle de mobilité.

Encadré 1 : Et le transport de marchandises ?

Les ventes de l'e-commerce augmentent de 10 à 15 % par an. Cela se traduit par une explosion des volumes de marchandises transportées, notamment aux abords des zones d'habitation (le « dernier kilomètre »). Dans les plus grandes villes, cela constitue un défi de plus dans la lutte contre la pollution et la congestion. L'exemple londonien illustre la manière dont les progrès réalisés dans la limitation du trafic – grâce à un péage urbain – peuvent être effacés par le développement fulgurant du transport de livraison.

Quel impact sur la mobilité de demain ? Les clefs d'analyse de cette question ne sont pas les mêmes que pour le transport de personnes, même si le triple défi exposé supra (défi sociétal, environnemental et économique) se pose ici aussi avec autant d'acuité.

En ville, les entreprises de livraison font plus couramment appel à des flottes de véhicules, qui peuvent être renouvelées rapidement et utiliser plus facilement de nouvelles motorisations que les voitures particulières (des infrastructures de recharge de véhicules électriques sont plus faciles à déployer à l'échelle d'une flotte que d'une ville entière). La gestion des flux de marchandises et de leur éclatement plus ou moins tardif est également centrale, et spécifique au transport de biens.

Sur de plus longues distances, les technologies sont aussi différentes, avec des camions qui seront bientôt autonomes, pourront se regrouper en convoi pour optimiser leur aérodynamisme (platooning), et sont des candidats naturels à l'utilisation d'énergies non adaptées au véhicule individuel (gaz naturel notamment).

Pour autant la plupart des principes présentés dans ce rapport peuvent trouver à s'appliquer à la question du transport de marchandises, d'autant plus que la modularité des véhicules tend à gommer les différences entre transport de personnes et de marchandises. Il en est ainsi de la nécessité d'une unification de la réglementation au niveau européen, du développement d'approches incitatives et de *smart regulation* pour agir sur les comportements et les rendre plus vertueux, du principe d'une approche globale et neutre technologiquement de la réglementation environnementale, de la constitution de logiques de filières pour développer en France les technologies de demain et y maintenir la création de valeur.

LE DÉFI SOCIÉTAL

La place occupée par les différents moyens de transports dans nos sociétés résulte de choix individuels (utilisation d'un mode de déplacement plutôt que d'un autre) et de décisions des pouvoirs publics en matière d'investissement et de réglementation.

Les qualités d'un moyen de transport peuvent être évaluées à partir de plusieurs critères :

- le temps : il s'agit de limiter la durée des déplacements grâce à une vitesse importante et, dans le cas des transports publics, des temps d'attente faibles et des horaires de départ et d'arrivée fiables. Le fait de pouvoir se livrer à une activité pendant le trajet (lecture, accès à internet, etc.) peut être vu comme une optimisation du temps de déplacement ;
- le coût : le prix des déplacements ne doit pas être un obstacle à la mobilité, indispensable à la vie économique, sociale et culturelle. Il peut en revanche agir comme un levier d'incitation, permettant d'encourager un mode de déplacement plutôt qu'un autre (ex. : subvention des transports publics, systèmes de péages routiers, etc.) ;
- l'accessibilité : un moyen de transport n'a d'intérêt que s'il est accessible. Ce critère concerne avant tout les personnes dont la mobilité est réduite. Plus largement, l'utilisation de certains moyens de transports nécessite elle-même des déplacements : les avantages d'un trajet en avion peuvent être sensiblement réduits si les aéroports sont mal desservis ;
- le confort : on attend des moyens de transports qu'ils permettent de se déplacer de la façon la plus agréable possible. Dans le cas de la voiture, cela inclut notamment le « plaisir de la conduite »,

qui représente une spécificité importante de l'automobile par rapport aux transports collectifs ;

- la sécurité : les risques associés aux trajets (accidents, agressions, etc.) doivent être les plus réduits possible ;
- l'environnement : l'impact environnemental des déplacements – au niveau local comme au niveau mondial – doit être maîtrisé. Au sens large, cette préoccupation dépasse la seule question de la pollution : l'immobilisation d'espace pour les transports (routes, parkings, etc.), ou encore les nuisances sonores, sont autant de conséquences de la mobilité sur l'environnement.

La politique de mobilité mise en œuvre à l'avenir devra être la plus performante possible sur ces différents critères, et garantir une bonne articulation des différents moyens de transport dans une logique de multimodalité¹³. Elle devra être pensée au niveau national et européen, tout en se déclinant localement, en fonction des enjeux spécifiques à chaque territoire (zones urbaines congestionnées, espaces mal desservis, etc.).

Fortifiée par de nouvelles technologies et de nouveaux usages, la voiture apparaît comme un élément incontournable de ces politiques de mobilité et doit être articulée avec les autres moyens de transport. Ces évolutions de la voiture, permises par le développement du digital, ne seront pleinement acceptées que si elles s'accompagnent de solides garanties en matière de libertés individuelles. Elles pourraient améliorer considérablement la sécurité routière mais feront évoluer notre rapport au risque et soulèveront de nouvelles questions psychologiques et éthiques.

¹³ Ce qui, sur le plan des infrastructures, nécessite de pouvoir passer d'un moyen de transport à un autre facilement. Cela implique par exemple de prévoir des parkings aux abords des stations de transport public, de minimiser les distances à parcourir à pied d'un moyen de transport à l'autre, ou encore de mettre en œuvre des dispositifs d'information en temps réel sur les horaires de départ et d'arrivée des transports publics afin de pouvoir planifier son trajet de façon globale.

1.1. Portée par des innovations technologiques et de nouveaux usages, la voiture demeure une composante incontournable des politiques de mobilité

1.1.1. Les besoins de mobilité varient fortement selon les territoires et les personnes

Les territoires ne sont pas égaux face à la mobilité, et la place qu'y occupe l'automobile est très variable. Ainsi, la voiture est le principal moyen de locomotion dans les zones rurales ou périphériques, marquées par l'anémie des transports en commun¹⁴. Les plus grandes villes bénéficient au contraire d'infrastructures publiques de transports, mais celles-ci ont tendance à être saturées, de la même manière que les routes souffrent de congestion. Les réseaux de transport sont souvent organisés « en étoile » : en dehors d'axes reliant le centre de l'agglomération aux zones plus éloignées, l'offre de transports est insuffisante (notamment pour les déplacements de banlieue à banlieue).

En matière de mobilité, la question de l'urbanisme est essentielle. La congestion est générée par des mouvements de personnes concentrés dans l'espace (organisation des villes en zones de résidence et en zones d'activité) et dans le temps (heures de pointe liées aux horaires de bureaux). Une autre caractéristique fondamentale des villes – de toutes tailles – est de dédier un espace important au stationnement, qui historiquement a encouragé la possession et l'usage d'un véhicule individuel.

¹⁴ Les transports en commun ne couvrent que 62,5 % de la population française. Les usagers réguliers (au moins une fois par semaine) de transports en commun ne représentent que 17 % de la population française, avec une forte concentration sur la région parisienne (18 % de la population mais 46 % des usages réguliers).

Une analyse plus systématique de l'état de la mobilité selon les aires géographiques conduit à distinguer plusieurs catégories d'espaces, marquées par des besoins et des contraintes différents. Ainsi, si la voiture est très minoritaire dans les déplacements à Paris (12 % des déplacements), elle demeure tout à fait incontournable dans de nombreux espaces (plus de 70 % des déplacements dans les pôles urbains de moins de 100 000 habitants¹⁵).

La relation à la mobilité – et en particulier à l'automobile – diffère également selon les individus (cf. annexe 1). Le niveau de revenu apparaît ainsi comme un déterminant important des habitudes de mobilité : le recours à la voiture a tendance à croître avec le salaire – là où les personnes les moins aisées privilégient la marche et les transports collectifs –, puis diminue au-delà d'un certain niveau de revenus.

De la même manière, l'âge a une incidence très nette sur les pratiques de mobilité. L'utilisation des transports en commun décroît au cours de la vie – au profit de la voiture dans un premier temps, puis de la marche –, puis augmente pour les personnes âgées de plus de 60 ans.

L'hétérogénéité des usages se double d'une grande diversité des sentiments à l'égard de la voiture. Cet aspect subjectif – mais essentiel – du rapport à l'automobile a été analysé au travers d'un sondage inédit.

¹⁵ Commissariat général au développement durable, *La mobilité des Français*, décembre 2010.

Encadré 2 : Méthodologie du sondage réalisé pour l'Institut Montaigne

Le groupe de travail a appuyé ses constats sur un sondage exclusif sur les rapports des individus à la mobilité et à l'automobile. Ce sondage a été réalisé par Kantar Média selon les modalités suivantes :

- Périmètre géographique : France, Allemagne, Californie.
- 2 993 personnes interrogées (1 006 en France, 1 004 en Allemagne, 983 en Californie).
- Échantillons représentatifs de la population de chacune des trois zones géographiques.
- Sondage réalisé du 14 au 27 décembre 2016.

Ce sondage (*cf.* annexe 2) informe tout d'abord sur les raisons motivant le choix d'un moyen de transport plutôt que d'un autre. Ainsi, 61 % des personnes interrogées saluent l'aspect pratique de la voiture – plus que n'importe quel autre moyen de transport –, là où 37 % trouvent le covoiturage peu coûteux. En France, les personnes interrogées indiquent privilégier la voiture par rapport à d'autres types de transport pour sa rapidité (41,8 %), son confort (40,6 %) et le plaisir de conduite (31,6 %).

Par ailleurs, il n'est d'ailleurs pas anodin que 99,2 % des répondants n'envisagent pas de renoncer à la possession d'une voiture à moyen terme, y compris dans les zones urbaines les plus denses. Cet attachement se retrouve dans les deux autres pays sondés, en Allemagne (98,7 %) comme en Californie (99,5 %). Plus d'une personne sur deux utilise quotidiennement la voiture en France, contre seulement 10 % pour les transports en commun.

Ce fort ancrage de la voiture dans les habitudes des particuliers s'explique en partie par des raisons d'ordre affectif (cf. annexe 3) : l'automobile est synonyme d'indépendance et de liberté pour 87 % des sondés, alors qu'elle n'est perçue comme une contrainte que par 13 % des personnes interrogées. Des disparités de perception assez importantes apparaissent d'un pays à l'autre : la voiture est un moyen d'affirmer sa personnalité pour 43 % des Californiens (contre 22 % seulement des Français).

Notons que les rapports à la voiture évoluent sensiblement avec l'âge : l'automobile est vue comme un objet de liberté par 91 % des personnes de plus de 65 ans mais par seulement 78 % des moins de 24 ans. Inversement, les 25-34 ans sont ceux qui y trouvent le plus un moyen d'exprimer leur personnalité (41 %, contre seulement 25 % des plus de 65 ans).

Cette grande hétérogénéité des besoins de mobilité invite à promouvoir et à conjuguer des solutions multiples, adaptées à chaque personne et à chaque lieu. Ce mouvement doit être guidé par la poursuite d'objectifs globaux, notamment en matière d'amélioration de la sécurité des déplacements (cf. partie 1.3) et de limitation des impacts environnementaux (cf. chapitre II).

1.1.2. Les solutions de mobilité doivent répondre à cette diversité de besoins

L'automobile souffre actuellement de plusieurs inconvénients, notamment dans les zones urbaines denses : congestion (les Français passeraient en moyenne 28 heures par an dans les embouteillages, et même 45 heures en région parisienne¹⁶), difficultés à se garer

¹⁶ Selon Assurland et à titre de comparaison, ce chiffre est de 64 heures par an à Stuttgart, et de 81 heures par an à Los Angeles.
www.institutmontaigne.org

(5 à 10 % des véhicules circulant en ville cherchent une place de stationnement et 70 millions d'heures seraient perdues chaque année à chercher à se garer¹⁷), coût pour une utilisation limitée, etc.¹⁸

La plupart de ces faiblesses semblent cependant pouvoir être éliminées par de nouveaux modes d'utilisation de la voiture, dont le développement et l'essor sont permis par l'innovation technique (généralisation des smartphones, dispositifs de géolocalisation, paiement en ligne, etc.). Parmi ces solutions, on peut notamment citer :

- les véhicules de transport avec chauffeur (VTC) : les applications de réservation de trajets en voiture avec chauffeur professionnel (Uber, Lyft, etc.) ou non (UberPop, Heetch, etc.) ont élargi des marchés auparavant restreints pour l'essentiel aux taxis ;
- le covoiturage : il s'est considérablement développé grâce à des applications permettant de mettre en relation conducteurs et passagers (BlaBlaCar, etc.) ;
- la location de véhicules entre particuliers : ces services (OuiCar, etc.), en permettant à un particulier de louer facilement son véhicule à un autre particulier, rendent la location de voiture beaucoup plus abordable ;
- l'autopartage : la location courte durée de véhicules (Autolib', Mobizen) permet dans certaines situations de bénéficier des avantages de la voiture en évitant une partie de ses inconvénients.

Ces pratiques, nouvelles par leur visibilité, conduisent à davantage utiliser certaines voitures en leur faisant parcourir plus de kilomètres,

¹⁷ A. Lefauconnier, E. Gantelet, *La recherche d'une place de stationnement : stratégie, nuisances associées, enjeux pour la gestion du stationnement en France*, 2005

¹⁸ Les questions de la sécurité routière et de l'impact environnemental de l'automobile sont traitées *infra* de façon détaillée.
www.institutmontaigne.org

avec plus de passagers¹⁹. Ce faisant, elles pourraient répondre à de nombreuses critiques faites à l'automobile, et donc rendre cette dernière plus attractive. En effet, une utilisation plus intense des véhicules en réduirait le nombre en circulation (si chaque voiture circulant transporte davantage de personnes qu'actuellement²⁰) et en stationnement (si la possibilité d'utiliser une voiture ponctuellement, à la demande, conduit à ne plus en posséder soi-même).

Pour autant, même en forte croissance, ces usages demeurent modestes en comparaison de l'utilisation « classique » de la voiture. Ainsi, le covoiturage s'est surtout développé pour les longues distances et peine à monter en puissance pour des trajets plus courts – le covoiturage courte distance ne représenterait qu'entre 1 % et 2 % de ce type de déplacements²¹. Le sondage réalisé indique que moins de 5 % des personnes interrogées utilisent quotidiennement un nouveau moyen de mobilité (covoiturage, location entre particuliers, etc.).

Les VTC, dont le prix n'est pas fortement inférieur à celui des taxis, représentent un marché encore limité²². En encourageant ces formes de mobilité – notamment par des réglementations incitatives –, les pouvoirs publics en accéléreraient le déploiement et permettraient à tous de se déplacer plus facilement (cf. partie 1.1.3).

¹⁹ Ces nouvelles pratiques sont facilitées par le développement d'applications de mobilité, qui permettent par exemple de planifier son itinéraire (Citymapper), d'optimiser ses déplacements en temps réel (Waze) ou de trouver une place de parking (Zenpark).

²⁰ À ce jour, en Europe, une voiture transporte en moyenne 1,4 personnes (European Environment Agency, Term 29, *Occupancy rates in passenger transport*, Europea.eu.)

²¹ L. Brimont, *Les nouveaux acteurs de la mobilité collaborative : des promesses aux enjeux pour les pouvoirs publics*, IDDRI, 2016.

²² L'entrée en circulation de véhicules intégralement autonomes entraînerait probablement une forte baisse du prix des courses en VTC. La plupart des grandes marques de constructeurs automobiles et les sociétés spécialisées dans l'intelligence artificielle considèrent cependant que les véhicules totalement autonomes ne seront vraisemblablement pas commercialisés avant 2050.

Au final, c'est donc un éventail de modes de déplacements qui permettra d'atteindre la solution optimale au sens des critères énoncés en début de chapitre (coût, temps, confort, etc.), en permettant à chacun d'utiliser les transports qui lui sont les plus adaptés²³.

Il convient de noter que dans les espaces où les modes de transport sont très diversifiés (principalement dans les grandes zones métropolitaines, par exemple Lyon ou Paris en France, Berlin en Allemagne, San Francisco ou Los Angeles en Californie), le développement de la multimodalité est une tendance assez forte. En France, 40 % des individus utilisent plusieurs moyens de transport l'un après l'autre pour leurs activités de loisirs²⁴, contre 26 % pour les déplacements de travail.

1.1.3. Par des actions incitatives, les pouvoirs publics peuvent mieux intégrer la voiture dans l'offre de mobilité

45

1.1.3.1. Dans les zones les plus denses : réconcilier la voiture et la ville

Les inconvénients liés à l'usage de l'automobile peuvent conduire les autorités à prendre des mesures restreignant les possibilités de circuler en voiture. Les mesures coercitives – telles que la fermeture de zones géographiques à certaines voitures, voire à toutes – ont l'inconvénient d'être unilatérales, en limitant certaines formes de mobilité sans en encourager d'autres. En particulier, elles ne favorisent pas le développement d'usages tels que le covoiturage, qui sont pourtant socialement utiles. En outre, elles peuvent avoir des

²³ Il convient de citer l'application Whim, à Helsinki, qui offre un forfait permettant l'accès à tous les modes de transport – y compris VTC – et une comparaison des durées en combinant ces modes.

²⁴ Elabe PSA, *Les Français et la mobilité*, 2015.

effets paradoxaux, en accroissant la congestion et la pollution aux abords des zones d'interdiction.

Partant du constat qu'il n'existe pas d'alternative systématique à la voiture, il est primordial que les pouvoirs publics mènent des politiques équilibrées, visant à encourager les usages les plus vertueux du véhicule (covoiturage, utilisation de véhicules propres, etc.). Les incitations peuvent être de deux natures :

- incitations financières : il s'agit d'offrir un avantage monétaire aux personnes dont le comportement est jugé vertueux (réduction des droits de péages, de parking, etc.) ; par exemple, ce type de péage va être testé en 2017 à Boulogne-Billancourt, où les automobilistes seront rémunérés 2 € par trajet évité en heure de pointe²⁵ ;
- incitations en nature : cette approche peut consister à offrir une meilleure mobilité, par exemple en donnant accès à des voies de circulation réservées, moins encombrées.

Les mécanismes de péages urbains sont un exemple de dispositifs financiers incitatifs, permettant de décourager certaines formes de mobilité (le recours à la voiture sans passagers, dans les zones les plus denses et aux moments de congestion maximale) tout en favorisant d'autres (la pratique du covoiturage, en dehors des horaires de pointe).

Sur le plan théorique²⁶, les péages urbains sont une réponse au constat selon lequel lorsque des ressources communes – telles que l'espace urbain – sont disponibles en quantité limitée, les choix

²⁵ Lisa Burek, Un « péage positif » anti-bouchons va être testé en Île-de-France, lemonde.fr, mars 2017.

²⁶ Cette question a été notamment étudiée en détail par William Vickrey, Prix de la Banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel.

optimaux au niveau individuel peuvent conduire à une surconsommation de ces ressources et donc à une situation globale sous-optimale – en l’occurrence, de la congestion, provoquée par un nombre excessif de véhicules circulant simultanément. En faisant contribuer les usagers, les péages urbains permettent d’agir sur les décisions individuelles afin d’atteindre une situation globale plus satisfaisante, tout en laissant chacun libre de ses choix.

Les expériences étrangères en la matière montrent que ces dispositifs peuvent avoir des effets bénéfiques très importants (*cf.* encadré 3). Les principales critiques faites aux péages urbains peuvent être surmontées. Ainsi, on leur reproche parfois :

- d’être inégalitaires, en entravant la mobilité des moins aisés. Sur ce point, il convient avant toute chose de noter qu’un péage urbain est moins discriminant qu’une mesure comme l’interdiction des véhicules diesels anciens – mesure qui touche très majoritairement les personnes moins aisées – ou la circulation alternée – qui défavorise ceux qui n’ont pas d’alternative (taxi, second véhicule, etc.). Il est par ailleurs envisageable de moduler le prix du péage urbain selon le type de déplacement (professionnel ou non) ou même selon le revenu (*cf. infra*).
- de déplacer les problèmes de congestion en périphérie. Ce risque dépend à la fois du caractère dissuasif ou non du péage – donc du prix fixé – et de la géographie de la zone soumise au péage. Une zone plus étendue pourrait limiter la congestion induite, en ce qu’elle inciterait à utiliser un autre mode de transport que la voiture, là où une zone restreinte entraînerait des mouvements de contournement. Ces enjeux peuvent être traités en adaptant la tarification (éventuellement de manière dynamique) au niveau de congestion des zones concernées, et en offrant de réelles alternatives à l’utilisation de la voiture individuelle.

De façon générale, le passage d'un modèle gratuit – même peu performant – à un modèle payant est toujours délicat et nécessite une réelle volonté politique. Une procédure d'expérimentation prévoyant un déploiement progressif, conditionné à des évaluations indépendantes et à des consultations publiques, peut toutefois rendre cette mesure plus consensuelle.

Encadré 3 : Exemples de péages urbains mis en place à l'étranger

Des péages urbains ont été mis en œuvre dans plusieurs villes. On peut citer l'exemple de Londres, où une zone assujettie à un péage a été définie en 2005 – elle couvre aujourd'hui une vingtaine de kilomètres carrés. Il est nécessaire de s'acquitter d'un montant de 11,5 £ par jour lorsque l'on pénètre en voiture dans cette zone, les plaques minéralogiques étant identifiées par un réseau de caméras. Cette obligation ne s'applique qu'en semaine, de 7 heures à 18 heures et certains types de véhicules en sont exemptés (taxis, motos, bus, ambulances, etc.). Un rapport récent²⁵ indique qu'entre 2005 et 2014, l'usage de la voiture à Londres – nombre de trajets, distance parcourue, temps passé à conduire – a reculé d'environ 25 %. Parallèlement, la part modale de la voiture privée a régressé de 41 % à 32 %, au profit des transports publics.

²⁷ London Assembly, *London stalling Reducing traffic congestion in London*, janvier 2017.

Ce même rapport recommande de remplacer le tarif unique du péage par des prix modulés selon l'heure de la journée, le temps passé dans la zone de péage, etc.

À Singapour, le premier péage urbain au monde a été créé en 1975. Les véhicules doivent être équipés d'un dispositif électronique permettant leur identification par des portiques situés aux frontières de la zone de péage. Le prix est ajusté de façon dynamique, selon le niveau de congestion. Il est également nécessaire de payer pour se garer dans cette zone. L'effet du péage a été très important, avec une réduction de 76 % du nombre de véhicules entrant dans la zone de péage²⁶.

À Stockholm, un péage urbain a été expérimenté, et ses recettes ont été affectées au financement de nouvelles lignes de bus. Un référendum sur le maintien du péage – et des nouvelles lignes de bus – a ensuite été organisé, et a conduit à la pérennisation du dispositif. La baisse de la perte de temps associée à la congestion permise par le péage urbain est évaluée entre 30 % et 50 %.

Le prix du péage urbain pourrait être ajusté selon la catégorie du véhicule (niveau et type de pollution émise), selon son usage (taux de remplissage), selon la zone géographique (prix le plus élevé dans les zones les plus denses) et selon l'horaire d'utilisation (modulation du tarif selon le trafic). De la même façon, les prix pourraient être modulés selon le niveau global de pollution, avec une augmentation des tarifs durant les pics de pollution. Une telle approche serait plus adaptée que l'actuel mécanisme de circulation alternée, qui est

²⁶ Centre d'analyse stratégique, *Pour une ville plus durable : les principes d'une loi sur le péage urbain*, septembre 2008.

fortement arbitraire car l'autorisation ou l'interdiction de circuler ne sont pas réellement corrélées à l'impact environnemental des véhicules, ni à la plus ou moins grande nécessité pour les conducteurs d'utiliser leur véhicule.

Il pourrait également tenir compte de caractéristiques propres à chaque individu : exemptions pour les personnes en situation de handicap, incitation à la conduite écologique, modulation selon les revenus pour éviter les phénomènes de ségrégation urbaine, etc. Cette différenciation des tarifs pourrait s'appuyer sur des technologies de connectivité des véhicules.

Un dispositif de ce type générerait des recettes pour la collectivité, versées par les automobilistes. Un juste retour serait qu'elles soient consacrées à l'investissement dans les transports publics : cela permettrait d'offrir une réelle alternative à la voiture, tout en laissant chacun libre de choisir sa manière de se déplacer.

Notons que le même type de mécanisme pourrait être conçu pour réguler le stationnement, en modulant son coût selon les zones géographiques et les horaires. Plusieurs villes américaines – Washington, San Francisco, Boston, etc. – ont engagé des expérimentations en la matière : dans certains quartiers, les tarifs de parking sont fluctuants et s'ajustent à la demande de stationnement²⁹.

Parallèlement à la mise en place d'incitations financières, il serait souhaitable d'expérimenter des dispositifs offrant une mobilité plus fluide aux conducteurs ayant une attitude vertueuse. Ainsi, il serait

²⁹ Ainsi, le prix du parking à San Francisco peut fluctuer entre 25 cents et 18 dollars.

par exemple envisageable de réserver une voie sur certains axes – souffrant d’une forte congestion et disposant d’un nombre suffisant de voies – aux voitures comptant suffisamment de passagers par rapport à leur capacité maximale d’emport.

Ce type de mesure existe notamment aux États-Unis et au Canada (*High Occupancy Vehicles Lanes*). Ces voies, réservées aux véhicules qui transportent un nombre de personnes supérieur à la moyenne (au moins deux, en plus du conducteur, en Ontario), permettent d’offrir une réduction du temps de trajet aux conducteurs éligibles, et en particulier à ceux qui pratiquent le partage du véhicule. Une proposition de mise en place en France de ce type de dispositifs incitatifs est formulée au chapitre II.

1.1.3.2. Dans les zones moins bien desservies : faire de la voiture le transport public de demain

Les mécanismes incitatifs évoqués précédemment, qui influent sur les choix des conducteurs, permettront de réguler les flux et de progresser vers une meilleure mobilité dans les zones où la circulation est la plus dense. Ils seront en revanche d’un faible secours dans les espaces périphériques, où le manque de mobilité n’est pas dû à un excès de trafic mais à l’insuffisance de l’offre de transports. Celle-ci s’explique elle-même par une demande limitée, qui ne permet pas *a priori* de rentabiliser des investissements coûteux.

Or, des solutions de mobilité plus légères et plus souples sont désormais concevables, et pourraient émerger avec l’aide des pouvoirs publics. On peut citer les exemples de la société Chariot ou de l’expérimentation Uber Hop à Toronto, qui s’inspirent des systèmes classiques de VTC mais sur des trajets définis d’avance et avec plusieurs passagers. Ces services s’apparentent à des transports publics

« classiques » (bus, etc.), à la différence essentielle qu'ils s'adaptent en temps réel à la demande. Ainsi, le nombre et la capacité des véhicules en circulation sont ajustés en fonction des besoins, ce qui permet notamment de maintenir une offre de transports lorsque la demande est plus faible (contrairement par exemple aux bus publics, qui ne circulent quasiment pas la nuit).

L'intérêt de ces nouveaux moyens de transport ne se limite d'ailleurs pas aux zones excentrées, mal desservies par les transports en commun. Dans les zones les plus denses, un élargissement de l'offre de transport et un meilleur ajustement de l'offre à la demande seraient tout aussi utiles à la collectivité.

Proposition n°1 : Susciter le développement, par les acteurs publics et privés de la mobilité, de solutions intelligentes et intermodales de transports permettant d'ajuster en temps réel l'offre à la demande (« VTC collectif » en zone peu dense notamment).

Une part importante du territoire national est mal couverte par les transports publics, au prétexte qu'ils y seraient trop peu rentables. Le développement des véhicules connectés invite pourtant à se garder de tout fatalisme. Sur le modèle des VTCs, il est en effet possible d'engager le développement de services de transports de personnes basés sur des véhicules de faible capacité (minibus, etc.) et dont les parcours seraient adaptés en temps réel aux besoins des usagers. Cela représenterait une véritable révolution dans l'économie des transports publics en zones peu denses.

En complément des bus à horaires et lieux de passages fixes, il pourrait être créé des systèmes de navettes à la demande ou

« micro-transits », qui ne se déplaceraient que lorsqu'un nombre suffisant d'usagers se serait manifesté. Cette solution, grandement facilitée par les technologies actuelles, a déjà été mise en place au Canada, *via* Uber Hop, et gagnerait à être implantée en France.

Le développement de ces solutions devrait associer les différents acteurs concernés : collectivités locales, entreprises de transports publics, sociétés privées de mobilité, etc. Le rôle des pouvoirs publics pourrait être à la fois financier – appel d'offre, concours d'innovation, etc. – et réglementaire – assouplissement des normes encadrant le transport de passagers. Ces services devront être financièrement accessibles pour les usagers, afin de permettre au plus grand nombre d'accéder à une meilleure mobilité.

Ces nouveaux services pourraient être directement portés par les collectivités publiques, ou laissés à l'initiative privée et faire l'objet d'un soutien public le cas échéant (simplification des procédures d'agrément, exemptions de péages, etc.). En contrepartie, il pourrait par exemple être demandé à ces opérateurs de fournir à la collectivité leurs données de transports³⁰.

En complément, des initiatives devraient être prises pour encourager l'accès à l'automobile dans ces zones excentrées. L'obtention du permis de conduire pourrait par exemple être facilitée (augmentation du nombre d'examineurs, baisse du prix de la formation par la suppression de certaines barrières réglementaires, etc.).

³⁰ Comme l'a fait Uber aux États-Unis avec « *Movement* ».

1.1.4. Les réglementations gagneraient à être harmonisées au niveau européen pour donner de la visibilité aux acteurs économiques, tout en préservant des possibilités d'adaptations au niveau local

1.1.4.1. Pourquoi harmoniser les règles en matière de mobilité au niveau européen ?

Une meilleure mobilité pourrait être atteinte en adaptant plus finement l'offre de transports, y compris la voiture sous ses différents usages, aux besoins locaux. Cette approche sur-mesure ne fait pas obstacle à l'adoption d'un cadre normatif harmonisé au niveau européen, seul susceptible de réduire les inégalités en matière de mobilité.

Un cadre juridique commun permettrait aussi la création d'un vaste marché à l'intérieur duquel les règles seraient cohérentes, ce qui faciliterait l'essor des solutions de mobilité les plus performantes (services de covoiturage, etc.). Celles-ci pourraient en effet être rapidement déployées à l'échelle du continent, offrant un intérêt économique à leurs concepteurs. De la même manière, des normes communes permettraient d'éviter que des décisions locales prises unilatéralement ne fragilisent les orientations industrielles engagées préalablement.

Enfin, la mise en cohérence des dispositifs juridiques relatifs à la mobilité aurait du sens eu égard aux engagements européens en matière de lutte contre le réchauffement climatique. Les États membres de l'Union européenne ont en effet adopté un objectif contraignant consistant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'Union d'au moins 40 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990³¹. Les transports représentant environ un quart

³¹ Conseil européen du 24 octobre 2014.

des émissions de gaz à effet de serre en Europe, il serait utile que les États membres coordonnent leurs actions en matière de maîtrise de la pollution routière³².

1.1.4.2. Déjà entamée, l'harmonisation des règles devrait être poursuivie

Le législateur de l'Union européenne a adopté le 7 juillet 2010 une directive visant à soutenir le déploiement et l'utilisation coordonnés et cohérents de systèmes de transport intelligents dans l'Union³³. Dans ce cadre, les États membres sont tenus de déployer sur leur territoire, avant le 1^{er} octobre 2017, l'infrastructure nécessaire à la mise en place du système d'appel d'urgence « eCall »³⁴. Ce système consiste à équiper tous les nouveaux véhicules d'un dispositif d'appel d'urgence qui alerte automatiquement les services de secours en cas d'accident, quel que soit le lieu où se trouve le véhicule dans l'Union européenne³⁵.

³² En ce sens, voir la communication de la Commission européenne au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, *Une stratégie européenne pour une mobilité à faible taux d'émissions*, COM(2016) 501 final/2, 20 juillet 2016.

³³ Directive 2010/40/UE du Parlement européen et du Conseil du 7 juillet 2010 concernant le cadre pour le déploiement de systèmes de transport intelligents dans le domaine du transport routier et d'interfaces avec d'autres modes de transport. Le Code des transports, qui transpose la directive en droit français, définit les systèmes de transport intelligents comme des dispositifs mettant en œuvre des technologies de l'informatique et des communications électroniques dans le secteur des transports, notamment afin d'améliorer la gestion de la circulation, renforcer la sécurité du transport routier et réduire ses effets sur l'environnement (article L. 1513-1 du Code des transports).

³⁴ Décision n° 585/2014/UE du Parlement européen et du Conseil du 15 mai 2014 concernant le déploiement du service eCall interopérable dans toute l'Union européenne.

³⁵ Règlement UE n° 2015/758 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2015 concernant les exigences en matière de réception par type pour le déploiement du système eCall embarqué fondé sur le service 112 et modifiant la directive 2007/46/CE. Certains types de véhicules devront être équipés de ce dispositif à compter du 31 mars 2018.

Dans la droite ligne de ce qui précède, le déploiement de systèmes de transport intelligents pourrait être encore davantage facilité et accéléré par l'adoption de normes, à l'échelle de l'Union, assurant l'interopérabilité et la compatibilité des systèmes utilisés dans le marché intérieur³⁶. La continuité des services d'informations sur l'état de la circulation, par exemple, serait ainsi garantie d'un État membre à l'autre, par-delà les frontières.

En outre, plusieurs États membres subordonnent l'accès à certains tronçons routiers et autoroutiers au paiement d'une redevance. De plus en plus de péages reposent sur des systèmes de paiement et de passage électroniques, notamment pour les véhicules lourds. Si un cadre européen a été établi concernant un « service européen de télépéage »³⁷, l'interopérabilité des systèmes de péage électronique n'est pas encore assurée. Or la mise en place de systèmes de paiement électronique opérationnels sur tout le territoire de l'Union serait de nature à faciliter la mobilité des véhicules, en particulier de ceux qui effectuent des déplacements fréquents dans différents États membres.

En complément des règles harmonisées applicables aux véhicules au moment de leur réception dans le marché intérieur, une directive pourrait notamment être adoptée en vue d'instaurer une vignette environnementale européenne. Celle-ci permettrait d'identifier et de classer les véhicules en circulation, indépendamment de leurs systèmes de motorisation, selon le critère de l'importance de leurs émissions polluantes. Les États ayant fait le choix de recourir à un

³⁶ Ces normes pourraient être adoptées sur le fondement de l'article 8 de la directive du 7 juillet 2010.

³⁷ Directive 2004/52/CE du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant l'interopérabilité des systèmes de télépéage routier dans la Communauté.

système de vignettes ou qui envisageraient d'y recourir devraient ainsi agir dans le cadre établi par la directive³⁸. Les villes qui adoptent des mesures de restriction de la circulation pourraient alors être incitées à le faire en se référant au cadre fixé par la directive et transposé en droit national.

Pour autant, les autorités locales conserveraient l'autonomie dont elles disposent par ailleurs en vertu de l'organisation de chaque État membre. Ainsi, les villes qui décideraient de restreindre la circulation dans certaines zones de leurs territoires pourraient s'appuyer sur la classification résultant de la vignette européenne. Quant aux villes qui auraient recours à un système de péage urbain, elles pourraient différencier les tarifs selon les classes établies par la vignette européenne.

Afin d'encourager l'adoption des meilleures pratiques au niveau local, l'évaluation des divers systèmes de régulation de la circulation pourrait être systématisée. Ce rôle d'évaluation serait confié à un organe indépendant de l'Union, dont la composition et les modalités d'organisation garantirait l'impartialité. Sur la base des évaluations ainsi réalisées, la Commission adopterait des lignes directrices définissant une palette d'instruments fondés sur la vignette européenne et s'inspirant des meilleures pratiques constatées.

³⁸ Une telle directive pourrait trouver un double fondement dans le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne. Dans la mesure où les zones à faible émissions tendent à se multiplier sans cohérence sur le territoire de l'Union, des entraves menacent de plus en plus sévèrement la libre circulation des véhicules et des automobilistes. L'article 114 dudit traité, qui permet aux institutions de l'Union d'arrêter les mesures en vue de l'établissement et du fonctionnement du marché intérieur, pourrait dès lors constituer un premier fondement. En outre, la directive visant également à améliorer la protection de l'environnement et de la santé des personnes, elle pourrait également être adoptée sur le fondement de l'article 192 du traité, lequel investit les institutions de l'Union de la compétence pour adopter des mesures ayant cet objet.

Les villes seraient ainsi incitées à recourir à cette « *boîte à outils* » des meilleures pratiques lorsqu'elles adoptent des mesures de restriction de la circulation.

Proposition n° 2 : Adopter au niveau européen des principes normatifs communs de régulation de la circulation, dans une logique de réduction tant de la congestion que de la pollution.

S'il est important de développer de nouveaux moyens de circulation dans les zones les moins bien desservies, il est naturel de chercher à réguler le trafic dans les zones marquées par la congestion – généralement en centre-ville. Pour autant, afin de faciliter la mise en œuvre de ces dispositifs et ne pas créer d'obstacle à la mobilité, il est primordial que les normes encadrant la mobilité soient homogènes d'une ville à l'autre et d'un pays à l'autre.

La régulation du trafic reposera de plus en plus sur des systèmes « intelligents » : micro-péages dynamiques nécessitant l'installation d'un boîtier spécifique dans les voitures, panneaux de signalisation connectés, etc. L'harmonisation des réglementations permettrait d'assurer l'interopérabilité et la compatibilité de ces dispositifs sur tout le territoire de l'Union européenne (ex. : boîtier de péage automatique reconnu dans l'ensemble des villes et sur l'intégralité des routes où un péage est mis en place).

Cela aurait un intérêt pour les citoyens – qui pourraient plus facilement se déplacer dans les différentes agglomérations européennes – comme pour les industriels – qui bénéficieraient d'un vaste marché pour proposer des solutions technologiques adaptées, à un coût raisonnable. De la même manière, il conviendrait de mettre en place une catégorisation environnementale

harmonisée des véhicules sur laquelle seraient fondées les mesures de restriction de circulation décidées au niveau local (par exemple une vignette interopérable au niveau européen).

Le cadre juridique et réglementaire, une fois harmonisé, agirait comme une « boîte à outils » afin de laisser une marge d'appréciation aux collectivités nationales et locales, afin de pouvoir adapter la réglementation aux spécificités des territoires. Il pourrait combiner des simples recommandations (présentation d'une palette d'outils incitatifs, notamment en matière de péage urbain) et des éléments qui seraient rendus contraignants à terme (par exemple, la vignette environnementale harmonisée, qui pourrait être intégrée à une directive).

1.1.4.3. Donner plus de visibilité sur la réglementation européenne

Au niveau de l'Union européenne, les règles techniques que doivent respecter les véhicules neufs en vue de leur mise en circulation dans le marché intérieur sont harmonisées par une directive-cadre³⁹. Cette directive énonce de manière détaillée les exigences techniques auxquelles doivent se conformer les véhicules en fonction de leurs catégories (par exemple, la catégorie M désigne les véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de personnes et ayant au moins quatre roues).

³⁹ Directive n° 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 septembre 2007 établissant un cadre pour la réception des véhicules à moteur, de leurs remorques et des systèmes, des composants et des entités techniques destinés à ces véhicules. La directive est transposée notamment à l'article R. 311-1 du Code de la route.

De plus, le droit de l'Union européenne harmonise les normes d'émissions polluantes que doivent respecter les constructeurs de véhicules (Normes Euro 1 à 6). Les normes sont notamment définies en fonction des catégories de véhicules, de leurs poids et du type de carburant qu'ils utilisent. Elles fixent des seuils en fonction des différents polluants (monoxyde de carbone, oxyde d'azote, particules fines, etc.). Par exemple, les normes d'émissions concernant les véhicules particuliers sont fixées par le règlement n° 715/2007 du 20 juin 2007⁴⁰.

Les normes européennes en la matière sont fixées par un grand nombre de textes éparés⁴¹. En outre, ces textes sont régulièrement révisés. Le règlement précité du 20 juin 2007 a, par exemple, été modifié en 2008, 2009, 2011 et 2012. Le cadre européen pourrait gagner en lisibilité, intelligibilité et prévisibilité, tant pour les consommateurs que pour les équipementiers ou les constructeurs. L'adoption d'un plan d'action indiquant l'évolution des normes d'émissions contraignantes pour les décennies à venir permettrait de sécuriser et de programmer les investissements engagés aujourd'hui pour les véhicules de demain.

Alors que la Commission européenne a récemment annoncé son intention d'adopter des normes d'émissions contraignantes pour les véhicules lourds⁴², une planification de l'évolution de ces normes futures pourrait de même être arrêtée.

⁴⁰ Règlement n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007 relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules.

⁴¹ On pourrait également citer, entre autres, les règlements n° 443/2009 et n° 510/2011.

⁴² Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, « Stratégie pour la réduction de la consommation de carburant et des émissions de CO₂ des véhicules utilitaires lourds », 21 mai 2014, COM(2014) 285 final ; Communication de la Commission européenne précitée, COM(2016) 501 final/2, 20 juillet 2016.

1.2. Le digital révolutionne le rapport à la voiture, mais pose les questions du respect de la vie privée et de la sécurité informatique

1.2.1. Les données de conduite produites par les véhicules constituent un important gisement d'innovation

Des informations du compteur kilométrique de la voiture du XX^e siècle aux dizaines de giga-octets de données par heure générés par la voiture connectée d'aujourd'hui, un long chemin a été parcouru, et à grande vitesse. Si les constructeurs automobiles et les géants de l'Internet ont su affirmer leur emprise sur ces données, les utilisateurs ne semblent pas encore totalement maîtres du trajet que prend la voiture connectée.

L'engouement pour les objets connectés pousse les utilisateurs au partage d'un maximum de données les concernant, pour bénéficier d'attrayantes fonctionnalités nouvelles. Dans l'univers de la voiture connectée, ce partage est riche de promesses – dont certaines sont déjà tenues. Il pourrait par exemple permettre de :

- gagner en sécurité, par une connaissance en temps réel de l'usure du véhicule, par une détection automatique des signes de fatigue du conducteur, ou encore par la possibilité d'alerter facilement les secours en cas d'accident⁴³ ;
- mieux maîtriser les coûts, notamment en ajustant beaucoup plus finement le niveau des primes d'assurance à la qualité réelle de la conduite⁴⁴

⁴³ Les dispositifs d'appel d'urgence géolocalisés de type « e-call » sont rendus obligatoires à compter de 2018.

⁴⁴ Plusieurs compagnies proposent déjà des contrats d'assurance « comportementale », selon le modèle « *pay how you drive* (PHYD) ».

ou en aidant le conducteur à limiter sa consommation de carburant⁴⁵ ;

- améliorer l'expérience du conducteur et des passagers, par la diffusion de contenus audio et visuels⁴⁶. Ces technologies pourraient monter en puissance avec l'avènement de voitures semi ou totalement autonomes, qui libéreraient du temps pour le conducteur ;
- économiser du temps, grâce à une gestion en temps réel du trafic (ce qui commence à être le cas avec des systèmes de GPS connectés tels que Waze). Ce type d'outil pourrait être généralisé, dans le but de mettre en place de manière douce une gestion plus globale des flux de véhicules.

Ce dernier exemple est particulièrement important : l'agrégation et le partage des données de conduite se feront au bénéfice de la collectivité – et non pas du seul conducteur – car ils permettront de mieux connaître le trafic et les habitudes de mobilité. Cela conduira les particuliers à ajuster leurs usages, et les collectivités à mieux cibler leurs investissements en matière de transport.

Il existe différentes façons d'accéder aux données qui alimentent les nouveaux services connectés, et plusieurs acteurs susceptibles de le faire. Les constructeurs et les équipementiers, qui conçoivent ou installent les capteurs, peuvent bien sûr doter la voiture de fonctions liées à l'exploitation des données. Mais l'accès à certaines données est également possible à des tiers – par branchement sur une prise dite « OBD II⁴⁷ » –, leur permettant de concevoir de nouveaux services.

⁴⁵ La *startup* Drust propose une application qui, grâce à un boîtier connecté à la voiture, indique au conducteur comment mieux doser ses accélérations ou quand changer de rapport.

⁴⁶ Certains véhicules intègrent par exemple un accès aux plateformes Deezer ou Spotify.

⁴⁷ *On-Board Diagnostics*, ou diagnostic embarqué : interface standard d'accès aux données du véhicule.

Il serait par ailleurs erroné de penser que seules les données directement issues du véhicule importent : des dispositifs externes (smartphones ou objets ad hoc) peuvent fournir de précieuses informations. Avant même l'avènement du smartphone, il en était par exemple ainsi du « Coyote », qui permettait aux conducteurs d'être alertés des dangers à venir.

1.2.2. L'exploitation des technologies numériques passera également par davantage d'interaction entre les voitures et leur environnement

La voiture connectée n'est pas seulement un véhicule doté de nombreux capteurs et relié à internet. C'est aussi un véhicule qui interagit avec son environnement, lui aussi connecté :

- la connexion des véhicules entre eux (« car2car ») pourrait notamment permettre, à terme, d'élaborer des systèmes de « *platooning* » i.e. de faire se déplacer les véhicules les uns derrière les autres de façon rapprochée – pour améliorer l'aérodynamisme de l'ensemble et réduire l'espace occupé – avec une intervention limitée des conducteurs ;
- la connexion du véhicule avec les infrastructures de circulation (« car2infrastructure ») – routes, panneaux de signalisation, etc. – pourrait être un préalable au développement de véhicules autonomes, en permettant de transférer de l'humain à la machine la tâche d'analyse de l'environnement de conduite.

La connexion des véhicules aux infrastructures dépasse la seule question de l'autonomisation des voitures. Elle s'insère dans le développement des « *smart cities* », en rendant possible une modulation optimisée du trafic : ajustement des feux tricolores au trafic et à la présence ou non de piétons souhaitant traverser, accélération

du passage au « feu vert » lorsqu'un véhicule d'urgence est en approche, etc.

Encadré 4 : L'expérience allemande de « *digital motorway test bed* »

En 2015, le ministère allemand des transports, la Bavière et les secteurs automobiles et informatiques ont engagé une initiative commune baptisée « *digital motorway test bed* ». Cela consiste à équiper certains tronçons d'autoroute entre Nuremberg et Munich de dispositifs (capteurs, transmetteurs, etc.) permettant de connecter les voitures entre elles et avec leur environnement, afin que les différents acteurs puissent y mener des expérimentations. De nouvelles infrastructures ont par exemple été conçues (marquages au sol, glissières de sécurité, etc.) pour permettre aux voitures de les détecter plus facilement – ce qui sera un préalable à une autonomisation des véhicules. De même, des dispositifs de communication permettant d'alerter de façon numérique les véhicules des limitations de vitesse ou des embouteillages ont été testés.

Une initiative semblable a récemment été annoncée sur un segment d'autoroute transfrontalier entre la France et l'Allemagne (entre Sarrebruck et Metz)⁴⁸.

Ce type d'expérimentation – en et hors milieu urbain – gagnerait à être lancé en France, afin que les entreprises et les pouvoirs publics disposent de lieux de développement de nouvelles solutions basées sur la connectivité des véhicules et des infrastructures (cf. chapitre III).

⁴⁸ Luc André, Voiture autonome : l'Allemagne et la France lancent une zone test transfrontalière, *L'Opinion*, février 2017.

1.2.3. Les risques de piratage et d'atteinte à la vie privée imposent de définir des règles d'accès aux données de conduite

L'exploitation des données des véhicules, qui passe par leur partage avec des tiers, n'est pas nécessairement une menace en soi. Elle doit cependant être confrontée aux libertés individuelles et aux impératifs de protection de la confidentialité et de la vie privée des individus, quel que soit l'engouement pour la voiture du futur. Si, par exemple, un conducteur n'hésite pas à partager des informations sur sa localisation, celles-ci sont loin d'être anodines car elles révèlent son mode de vie, ses préférences, ses habitudes.

Les utilisateurs doivent encore être sensibilisés à ces questions, bien qu'ils aient déjà conscience d'avoir un droit fondamental au contrôle et à la protection des données les concernant⁴⁹. D'autant qu'à l'heure des « cyber-attaques » en tout genre, la menace ne vient plus seulement de l'exploitant de la donnée avec lequel l'utilisateur partage volontairement. En s'appuyant sur les réseaux reliés à la voiture, des « hackers » sont désormais susceptibles d'accéder à distance à un véhicule et d'en pirater le système de bord, ce qui pourrait devenir la source de dommages considérables (dommages aux biens et aux personnes, détournement de données, etc.).

Afin de rendre l'exploitation des données acceptable, des précautions particulières doivent être prises. La nature des données devant ou pouvant être ouvertes, ainsi que les conditions de leur utilisation, doivent être précisées.

⁴⁹ Une enquête menée par la CNIL révèle que 95 % des personnes interrogées souhaitent une législation forte pour protéger leurs données, et être capables de décider quand elles sont connectées et l'usage qui est fait de ces données.

En France, la loi informatique et libertés du 6 janvier 1978 modifiée le 6 août 2004 s'applique dès lors qu'il est procédé à un traitement de données à caractère personnel. La notion de donnée à caractère personnel est interprétée largement par la commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) : doivent être considérées comme des données personnelles toutes les données du véhicule qui, seules ou combinées entre elles, peuvent être rattachées à une personne physique (conducteur, propriétaire du véhicule, titulaire de la carte grise, passager, etc.), notamment *via* le numéro de série du véhicule.

La loi prévoit un certain nombre d'obligations à la charge du responsable du traitement : information des personnes quant au traitement mis en place, droit d'accès aux données, formalités préalables à effectuer auprès de la CNIL, etc. S'il n'y a pas d'accord explicite sur l'utilisation des données personnelles, celles-ci doivent être rendues anonymes⁵⁰.

Actuellement, la CNIL élabore un « pack de conformité » sur le thème des véhicules connectés, en partenariat avec les acteurs de l'écosystème automobile (constructeurs, équipementiers, acteurs des télécommunications, assureurs, etc.). Il aura pour objet de définir des normes claires permettant à chacun de développer des outils d'exploitation des données dans le respect de règles de confidentialité⁵¹, dans une logique de protection des données personnelles dès

⁵⁰ Le groupe de travail de l'article 29 de la Commission Européenne a émis des préconisations précises à ce sujet, voir l'avis du G29 de mai 2014 sur les Techniques d'anonymisation.

⁵¹ G. Dorne, *En route vers un pack de conformité consacré aux véhicules connectés*, CNIL.fr, 2016

le stade de la conception des biens ou services⁵² (« *privacy by design* »).

Des discussions sur ces sujets sont également en cours au niveau de la commission européenne dans le cadre de l'initiative « *free flow of data* » et il serait souhaitable qu'elles aboutissent rapidement à l'adoption d'un texte normatif.

Proposition n° 3 : Développer la collecte et l'utilisation collective des données issues des calculateurs de bord pour en maximiser les bénéfices communs : pour ce faire, définir au niveau européen les données d'intérêt général de la mobilité et en fixer des règles d'accès, de partage, et d'exploitation permettant de stimuler l'innovation tout en en garantissant la sécurité et la confidentialité.

L'harmonisation des normes doit aussi inclure la dimension numérique de la mobilité. L'exploitation des données de conduite représente en effet un gisement pour de nouveaux services – donc un levier de compétitivité pour l'industrie française – mais aussi un risque potentiel, qui impose de protéger et rassurer les citoyens.

L'encadrement de l'accès aux données devrait s'articuler avec le développement des mécanismes de régulation dynamique du trafic (micro-péages, voies réservées) qui, pour fonctionner, nécessitent de collecter des données liées à la voiture et à son usage (nombre d'occupants, type de véhicule, etc.).

⁵² Conformément aux principes portés par le Règlement Européen sur la protection des données personnelles (Règlement UE 2016/679 du Parlement Européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données), et avec lequel les responsables de traitement français et européens devront se mettre en conformité d'ici le 25 mai 2018.

La notion de « données d'intérêt général⁵³ » pourrait également être prise en compte : des informations collectées par un véhicule – détection d'un accident par des caméras embarquées, par exemple – peuvent avoir une utilité pour d'autres véhicules – dans ce cas, l'avertissement des conducteurs arrivant en zone d'accident.

1.3. Le véhicule connecté permet d'améliorer notablement la sécurité routière, mais soulève des questions éthiques

1.3.1. Des progrès majeurs sont possibles en matière de sécurité routière et justifient un déploiement rapide de nouvelles technologies

68

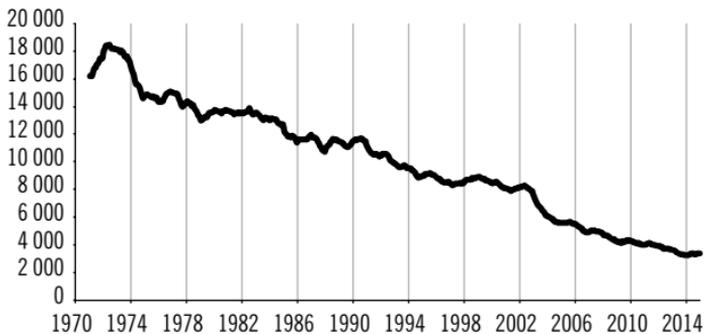
Bien que fortement réduits depuis les années 1970, les accidents de la route constituent toujours un fléau dans nos sociétés : en 2015, ils ont causé la mort de 3 616 personnes en France et en ont blessé 73 384 autres, dont 27 717 ont été hospitalisées⁵⁴. La perspective esquissée de voitures intégralement autonomes, pilotées par des systèmes informatiques à partir de nombreux capteurs (caméras, radars, lasers, etc.), permet d'imaginer qu'un jour, les accidents de la route pourraient quasiment disparaître. La puissance de calcul des ordinateurs de bord, la vitesse de détection des capteurs

⁵³ Introduite dans le projet de loi pour une République numérique se septembre 2016, la notion de données d'intérêt général (DIG) s'applique à « des données qui sont de nature privée mais dont la publication peut se justifier en raison de leur intérêt pour améliorer les politiques publiques ».

⁵⁴ Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR), *Les accidents corporels de la circulation*, 2015.

et la grande constance d'action des dispositifs électroniques (insensibilité à la fatigue, au stress, etc.) devraient selon toute logique amener la voiture autonome à surpasser la conduite des humains⁵⁵.

Graphique 1 : Évolution du nombre de tués sur les routes en France depuis 1970



Source : ONISR.

Il est cependant peu probable que des véhicules autonomes soient autorisés à se mouvoir en environnement ouvert avant de nombreuses années. L'urgence de réduire la sinistralité routière – particulièrement alors que les résultats en la matière stagnent depuis plusieurs années – exhorte à trouver rapidement de nouvelles solutions, même incomplètes.

À ce jour, des premières fonctionnalités d'assistance à la conduite sont commercialisées, en option et seulement sur certains modèles de

⁵⁵ Les récents succès de l'intelligence artificielle dans des exercices extrêmement complexes (victoire d'un programme informatique au jeu de go, etc.) laissent penser que la conduite pourrait à terme être maîtrisée par la machine, malgré la large variété de situations pouvant être rencontrées.

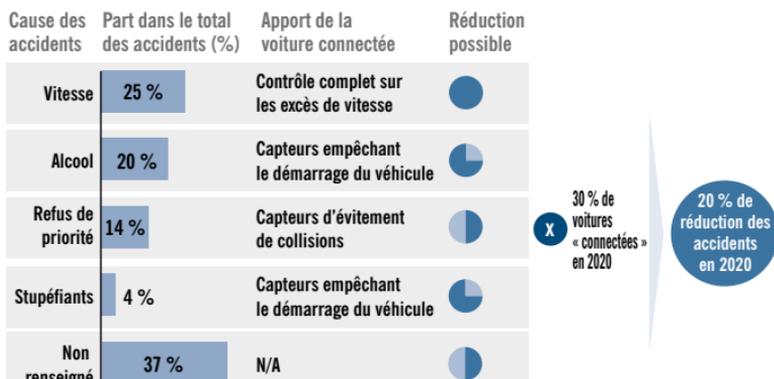
voitures : freinage d'urgence, maintien automatique de la trajectoire, etc. Ces innovations préfigurent l'apparition à court ou moyen terme de véhicules semi-autonomes, capables de circuler sans intervention humaine dans des conditions de conduite favorables (notamment sur autoroute, par temps dégagé). Une ordonnance n° 2016-1057 a été prise le 3 août 2016 qui prévoit l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques. Un décret en Conseil d'État est annoncé pour préciser les conditions de délivrance de l'autorisation nécessaire.

L'effet potentiel de ce type de technologies sur les accidents de la route peut être estimé. En effet, les accidents mortels interviennent le plus souvent dans des conditions de conduite simples : en 2015, dans 80 % des cas, le temps était dégagé⁵⁶ ; 38 % des accidents mortels n'impliquaient ni un autre véhicule, ni un piéton. De fait, on estime que les dispositifs de freinage d'urgence permettent sans doute de réduire de l'ordre de 80 % le nombre de collisions.

De plus, 70 % des accidents mortels sont liés à des facteurs de risques (alcool, fatigue, inexpérience, etc.). Là encore, des fonctions d'autonomie, même limitées, pourraient dans certains cas compenser la perte de vigilance ou le manque de jugement du conducteur. En complément, des dispositifs *ad hoc* tels que des éthylotests anti-démarrage (866 tués en 2015 à cause de l'alcool) ou des capteurs d'endormissement (327 décès dus à la fatigue ou à un malaise ayant entraîné un accident) seraient susceptibles de réduire très sensiblement le nombre de victimes de la route en France.

⁵⁶ Des conditions météorologiques dégradées (pluie, neige, etc.) peuvent, à l'inverse, nuire au fonctionnement des capteurs utilisés par les véhicules semi-autonomes (caméras pour le freinage d'urgence, etc.).

Graphique 2 : Réduction des accidents de la route grâce aux voitures connectées



Source : Institut Montaigne, A.T. Kearney, Big data et objets connectés : faire de la France un champion de la révolution numérique.

La dynamique de diffusion de nouvelles fonctionnalités dans le parc automobile est en revanche particulièrement lente : en moyenne, 19 ans sont nécessaires pour que la moitié des véhicules en soient équipés, et 37 ans pour atteindre un taux d'équipement de 80 % (cf. annexe 4). De plus, le renouvellement du parc automobile est encore moins rapide dans les populations défavorisées⁵⁷. Or, elles souffrent d'une mortalité routière supérieure à la moyenne⁵⁸, et retireraient donc d'autant plus de bénéfices de nouveaux systèmes de sécurité. Si les gains en matière de sécurité routière permis par ces nouveaux dispositifs – freinage d'urgence notamment, qui semble particulièrement efficace

⁵⁷ L'âge moyen des véhicules du décile le plus pauvre est de 11,2 ans, contre 6,6 ans pour le décile le plus aisé.

⁵⁸ Matthieu Grossetête, *L'enracinement social de la mortalité routière*, Actes de la recherche en sciences sociales, n° 184, p. 38-57, avril 2010.

et d'un prix modéré – étaient confirmés par des études indépendantes, il serait souhaitable d'en accélérer la diffusion.

Il paraît difficile d'équiper *a posteriori* les véhicules de technologies d'autonomie telles que le freinage d'urgence – qui nécessite des capteurs mais aussi des systèmes de contrôle du système de freinage. En revanche, les pouvoirs publics pourraient imposer que les nouvelles voitures en soient équipées. En ce qui concerne des appareils externes⁵⁹ (détecteurs de somnolence, etc.), une diffusion rapide est possible, à condition bien sûr que leur coût d'acquisition soit acceptable par les ménages.

Le fait de rendre obligatoires des dispositifs de sécurité routière – à l'échelle européenne – ne serait pas novateur dans son principe : il en a déjà été ainsi de l'*Anti-lock Braking System* (ABS - depuis 2003 sur les voitures neuves) et de l'*Electronic Stability Program* (ESP - depuis 2011). Cela serait sans doute le meilleur moyen de poursuivre la réduction de la sinistralité routière en-deçà du plancher actuel. Alternativement, des mesures incitatives pourraient être mises en œuvre (prise en compte explicite dans le classement Euro NCAP de la présence ou non de ces équipements de sécurité par exemple).

⁵⁹ L'exemple de la société Nauto est révélateur des avancées technologiques en matière de dispositif externe de sécurité. Grâce à un système de double caméra liée à une intelligence artificielle, cette société affirme être capable d'anticiper les risques intérieurs (fatigue, déconcentration) et extérieurs (anticipation de collision).

Proposition n° 4 : Dans le but d'exploiter leur potentiel d'amélioration de la sécurité routière, accélérer la généralisation des nouveaux dispositifs de sécurité les plus performants (freinage d'urgence et dispositifs anti-inattention notamment), dès lors que leur efficacité en termes humains et économiques aura été démontrée par des études indépendantes.

La sécurité des personnes pourrait être grandement améliorée *via* l'adoption d'innovations majeures aujourd'hui sous-exploitées. Des dispositifs tels que le freinage d'urgence ou les alertes anti-inattention sont déployés avec succès sur certains véhicules premium mais peinent à être installés sur les véhicules d'entrée de gamme : de nombreuses vies pourraient être sauvées grâce à une diffusion plus rapide de ces technologies.

Une fois leur efficacité prouvée par des études indépendantes, une approche pertinente consisterait à rendre ces dispositifs obligatoires sur les nouveaux véhicules, voire sur l'ensemble du parc lorsqu'une adaptation est possible. Cela pourrait notamment être le cas des appareils de détection de la somnolence.

Il serait également possible d'adopter une démarche incitative à l'égard des usagers, par exemple *via* des avantages financiers – modulation du prix des péages urbains selon que la voiture possède ou non certains équipements de sécurité.

Notons qu'une utilisation avisée de ces nouvelles technologies nécessite d'en connaître les limites : si elles peuvent parfois pallier les faiblesses du conducteur, elles ne sont pour l'heure pas en mesure de se substituer à sa vigilance. En conséquence, et pour accompagner la diffusion rapide de ces dispositifs, il serait souhaitable que les automobilistes soient sensibilisés à leur utilisation. Le plus simple serait que la formation du permis de conduire inclue un volet dédié aux nouveaux dispositifs d'assistance à la conduite.

La perspective de voitures partiellement ou intégralement autonomes évoluant en milieu urbain invite également à y sensibiliser tous les usagers de la route (piétons, cyclistes, etc.), par exemple dans le cadre du brevet de sécurité routière délivré aux collégiens.

1.3.2. Les nouvelles technologies vont transformer la nature du danger routier, ce qui nécessitera de repenser notre rapport au risque

Le risque routier tel que nous le connaissons aujourd'hui est marqué par une fréquence élevée (70 442 blessés en 2015⁶⁰), et un nombre de victimes en général assez limité pour un accident donné – hormis carambolages ou accidents impliquant des transports collectifs. Par ailleurs, l'essentiel des accidents (environ 90 %) de la route s'expliquent par une erreur humaine. Ce panorama pourrait évoluer significativement, avec l'avènement de nouvelles technologies et de nouveaux usages.

Concernant les nouveaux usages, la principale transformation de la sinistralité devrait venir du développement du covoiturage. Il contribuera à limiter le nombre de véhicules circulant, et donc d'accidents, mais

⁶⁰ Observatoire national interministériel de la sécurité routière, janvier 2016.

chaque accident touchera plus de passagers. Or, les accidents sont d'autant plus visibles et touchent d'autant plus l'opinion qu'ils touchent un grand nombre de personnes. Si la montée en puissance du covoiturage induisait une multiplication d'accidents causant un nombre important de victimes, le regard de la société sur la dangerosité routière pourrait se durcir.

Pour ce qui est des nouvelles technologies, la voiture connectée et autonome devrait contribuer à la réduction du risque global, mais aussi faire apparaître un risque nouveau de défaillance de la machine. Celui-ci peut prendre la forme d'une erreur ponctuelle, dans une situation de conduite donnée⁶¹. Il pourrait aussi se matérialiser de façon beaucoup plus systémique, en affectant simultanément un grand nombre de voitures. Ainsi, on ne peut exclure qu'une erreur informatique – ou un piratage – ait des conséquences à grande échelle. On se trouverait alors confronté à un risque de pointe, c'est à dire très peu probable mais aux conséquences majeures.

Ce nouveau rôle de la technologie change le rapport au risque. L'erreur humaine correspond, par définition, à une défaillance dans le comportement – la conduite en l'occurrence. Chacun peut s'imaginer à l'abri de ce type d'erreur, étant sûr de ses propres qualités. De façon symétrique, un accident est rendu plus acceptable – ou, du moins, explicable – lorsqu'il résulte d'un comportement dangereux. En revanche, la défaillance de la machine n'obéit pas à cette conception morale du risque, qui apparaît dès lors infiniment plus injuste et révoltante. Cela constitue un défi important pour les voitures autonomes dont l'homologation ne pourra intervenir que lorsque les technologies auront atteint un stade de maturité et de sécurité extrêmement élevé.

⁶¹ Telle que l'accident mortel causé en 2016 par un véhicule Tesla n'ayant pas détecté un obstacle.

1.3.3. Le mouvement vers des véhicules de plus en plus autonomes imposera de repenser le concept de la responsabilité juridique du conducteur

La réglementation routière française repose sur un ensemble de textes⁶², qui partent du principe que le conducteur est responsable de son véhicule et donc des dommages qu'il cause à autrui. La perspective de délégations de conduite partielles ne modifie pas l'état du droit actuel en ce sens qu'il n'y a qu'une différence de degré entre les dispositifs d'assistance à la conduite et la délégation partielle de conduite : dans les deux cas, le conducteur doit rester maître de son véhicule. Il n'en va pas de même dans la perspective de la délégation totale de conduite à des systèmes d'intelligence artificielle.

Le véhicule autonome, c'est-à-dire sans conducteur humain, imposera de revoir en profondeur la mise en œuvre de notre droit de la responsabilité (cf. annexe 5 pour une analyse approfondie de cette question et de ses conséquences juridiques) :

- dans le cas d'une conduite partiellement déléguée (où le véhicule reste *in fine* sous le contrôle du conducteur), les évolutions par rapport au droit actuel semblent relativement modestes ; la présence plus importante d'électronique imposera cependant probablement l'installation de « boîtes noires » dans les véhicules pour assurer le partage des responsabilités en cas d'accident, avec la vigilance nécessaire en matière de protection des données personnelles (cf. 1.2.3) ;

⁶² Notamment Convention de Vienne du 8 novembre 1968 sur la circulation routière, loi « Badinter » du 5 juillet 1985, dispositions du Code de la route et certaines dispositions du Code des assurances.

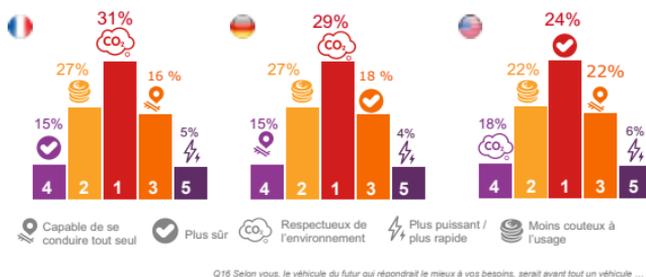
- le cas d'une conduite totalement déléguée est plus complexe :
 - il impliquera une modification de la Convention de Vienne pour prévoir l'hypothèse d'un système d'intelligence artificielle qui remplace le conducteur humain ;
 - il n'aurait pas d'impact immédiat sur le régime juridique de l'assurance mais modifierait substantiellement le fonctionnement de ce marché (cf. chapitre 3.1.2.1) ;
 - il impliquerait de repenser le régime de responsabilité pénale des accidents (puisque le Code pénal dispose que « *nul n'est responsable pénalement que de son propre fait* ») ; il aurait pour effet, soit de faire disparaître la responsabilité pénale des accidents de la circulation, soit de reporter cette responsabilité pénale sur la personne morale qui aurait conçu ou commercialisé le système de conduite déléguée.

LE DÉFI ENVIRONNEMENTAL

2.1. La qualité de l'air et la protection du climat sont des attentes fortes des citoyens, qui nécessitent un traitement différencié

Interrogées sur les caractéristiques de la voiture du futur, les personnes habitantes en Allemagne et en France citent l'environnement comme premier axe de progrès (cf. graphique 3). Paradoxalement, il s'agit d'une préoccupation moindre en Californie, où les véhicules produisent nettement plus de CO₂, ce qui s'explique probablement par la moindre présence de véhicules diesel dans cette zone géographique, et également par des problèmes plus importants de sécurité routière (en 2015, rapporté à la population, deux fois et demi plus de tués sur les routes aux États Unis qu'en France).

Graphique 3 : Attentes vis-à-vis de la voiture du futur



Source : Sondage Kantar TNS pour l'Institut Montaigne ; 2 993 personnes interrogées (1 006 en France, 1 004 en Allemagne, 983 en Californie).

Les principaux composés indésirables émis par la circulation automobile sont de trois types :

- gaz à effet de serre, au premier rang desquels le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- particules fines ;
- oxydes d'azote (NOx).

Particules fines et oxydes d'azote sont des polluants atmosphériques locaux, ayant un effet négatif sur la santé humaine. Les gaz à effet de serre, en revanche, n'ont pas d'effet négatif direct sur la santé humaine, mais ont une influence globale sur le climat.

Dès lors le traitement de ces pollutions doit être différencié entre polluants locaux et globaux : les émissions de CO₂ nécessitent une régulation la plus globale possible, là où les émissions de NOx et de particules fines doivent faire l'objet d'une combinaison de mesures locales et plus globales.

2.1.1. Les gaz à effet de serre doivent faire l'objet d'un traitement à une échelle la plus globale possible

Le CO₂ constitue le principal gaz à effet de serre, et en cela la principale source de réchauffement anthropique de la planète. L'accord de Paris sur le climat, adopté par l'ensemble des parties à la convention des nations unies sur le climat le 12 décembre 2015, prévoit en son article 2 de contenir le réchauffement climatique « *nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels* » et si possible de viser à poursuivre « *l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5°C* »⁶³.

⁶³ Article 2 de l'Accord de Paris sur le climat.

Le transport routier représentait⁶⁴ :

- au niveau mondial : 10,4 % des émissions de gaz à effet de serre en 2010 ;
- au niveau européen : 18,6 % en 2012 ;
- au niveau français : 26,9 % des émissions de gaz à effet de serre en 2013 (la différence avec le niveau européen s'explique par les moindres émissions liées à la production d'électricité, à 95 % d'origine nucléaire ou renouvelable en France).

La réduction des émissions de CO₂ issues du transport routier constitue donc un levier majeur de réduction des émissions globales de gaz à effet de serre, utilisé et suivi dans toutes les zones géographiques (cf. annexe 10).

En Europe, ces niveaux d'émissions de CO₂ sont mesurés grâce à des cycles standardisés de tests conduits en laboratoire. On constate au cours du temps une divergence croissante entre valeurs mesurées lors des tests et valeurs mesurées en condition réelles, atteignant 30 à 60 % selon les études : les constructeurs adoptent un comportement rationnel et ont au fil des années optimisé leurs véhicules pour répondre aux tests imposés par une réglementation imparfaite, et non pour effectivement réduire le CO₂ émis en conditions réelles (cf. annexe 11). L'écart entre les valeurs mesurées lors des tests et les émissions réelles s'explique également par :

- le nombre et la variété des équipements entre les différentes versions d'un modèle, qui ont très fortement augmenté depuis la définition au début des années 1980 du cycle de mesure en vigueur. Or celui-ci qui ne prévoit la mesure que sur des versions de base, alors

⁶⁴ GIEC, 3^e groupe de travail, 2014 et Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, *Chiffres clés du climat en France et dans le monde*, 2015.

que ces équipements ont un impact sur la consommation en usage réel ;

- le cycle de conduite test actuel (« NEDC »), qui n'est pas assez dynamique et représente mal la conduite moyenne, en matière de vitesses et d'accélération.

La mise en place d'une nouvelle procédure de test (« WLTP ») en Europe à partir de septembre 2017 corrigera significativement ces deux problèmes.

Enfin, il importe de noter que le diesel joue un rôle important dans la réduction des émissions de CO_2 : un véhicule diesel émet entre 10 et 20 % de CO_2 en moins qu'un véhicule essence équivalent (voir 2.4.2.1).

2.1.2. Particules fines et oxydes d'azotes sont des polluants locaux, qui doivent faire l'objet d'une combinaison de réglementations globales et locales

- **Les particules fines** (voir annexe 8 pour une analyse plus détaillée)

Les particules fines ou *particulate matter (PM)* recouvrent un ensemble de polluants présents en suspension dans l'air. Il est établi qu'elles ont un impact négatif sur la santé humaine, qui est d'autant plus important que ces particules sont très fines. Il est estimé que ces particules provoquent plusieurs milliers, voire dizaines de milliers de décès par an.

Dans les pays développés, la pollution aux particules fines se concentre en général dans des zones assez bien circonscrites, où l'activité est plus forte qu'ailleurs. Les dépassements des seuils

acceptables pour la santé humaine sont généralement liés à des conditions atmosphériques particulières autour des grandes agglomérations. En France, en moyenne, la part des émissions de particules dues au transport routier est faible⁶⁵ (environ 5 %), mais atteint 28 % en île-de-France⁶⁶ (contre 26 % dus au chauffage individuel – cheminées notamment). Il s'agit d'une pollution locale, sensible essentiellement aux abords des centres urbains et grands axes routiers, mais aussi par exemple dans le métro parisien (où les particules sont générées par les travaux et les trains : usure des freins et des rails, effet de souffle du déplacement, etc.).

Leur source varie très fortement en fonction de la saison et de l'activité économique. Ainsi par exemple, lors du pic de pollution enregistré fin décembre 2016, les jours les plus froids, plus de la moitié des particules fines mesurées dans l'agglomération parisienne provenaient des feux de cheminée⁶⁷.

L'échappement des véhicules diesel, dans son ensemble, est responsable de 17 des 28 % des émissions du secteur routier. L'échappement des véhicules essences ne contient quasiment pas de particules fines. Ces émissions d'échappement sont largement liées à l'ancienneté du parc de véhicules circulant : les véhicules diesel répondant aux normes d'émission les plus strictes (Euro 5 et Euro 6) n'émettent quasiment plus de particules fines au niveau de leur échappement.

⁶⁵ CITEPA, Poussières en suspension, octobre 2016.

⁶⁶ Airparif, *Inventaire régional des émissions en Île-de-France*, 2012.

⁶⁷ L'Obs', *Pollution : trafic routier, chauffage, industrie... Qui est coupable ?*, décembre 2016, d'après des chiffres AIRPARIF.

Fin 2013, plus du tiers du parc de véhicules particuliers diesel en circulation était équipé en filtres à particules, soit environ 7 millions de véhicules. Les véhicules utilitaires lourds, dont la durée de vie est plus longue, restent très peu équipés en filtres à particules, cet équipement n'étant apparu qu'avec la norme Euro 4, applicable depuis 2005.

- **Les oxydes d'azote** (*NOx – voir annexe 10 pour une analyse plus détaillée*)

Les oxydes d'azote, aussi dits NOx sont des gaz formés lors de la combustion à haute température et haute pression de carburants. Ils ont une influence indirecte sur l'effet de serre, mais sont surtout des gaz irritants pour les bronches. Des expositions prolongées à des doses élevées entraînent des troubles respiratoires, notamment chez les personnes asthmatiques et les jeunes enfants.

En Île-de-France, en 2012, 54 % des NOx provenaient du transport routier. Les émissions de NOx sont nettement plus présentes dans les véhicules diesel, y compris récents. Les émissions des transports routiers proviennent à 89 % des véhicules diesel (dont 41 % pour les poids lourds, 33 % pour les véhicules particuliers et 15 % pour les véhicules utilitaires légers).

Les moteurs à essence modernes, dont les températures et pressions de combustion augmentent pour améliorer leur efficacité (*downsizing*) génèrent également de plus en plus de NOx. En réponse, les constructeurs développent des systèmes additionnels permettant de capturer et détruire ces NOx : pièges à NOx et réduction catalytique par injection d'urée. Les poids-lourds diesel, qui sont équipés de dispositifs anti-NOx plus coûteux que les véhicules légers,

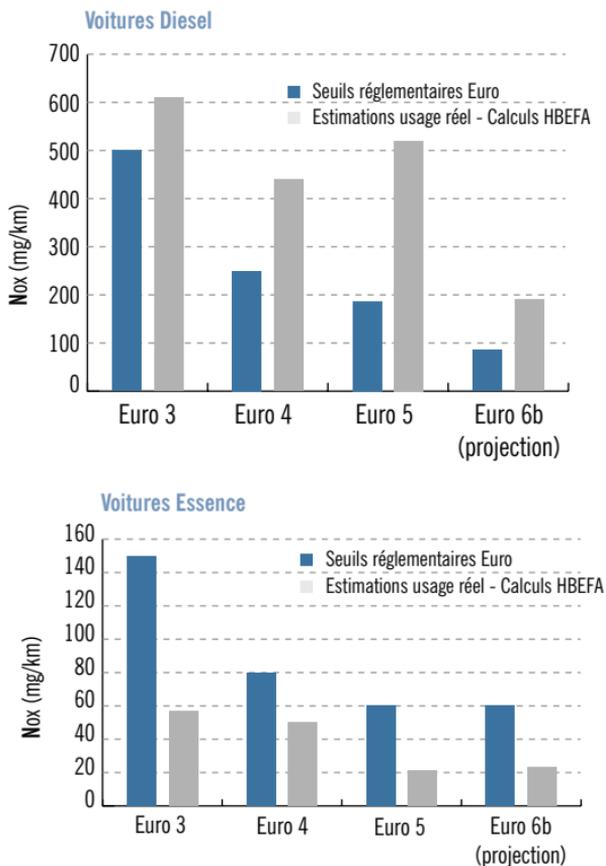
émettent environ deux fois moins de NOx par kilomètre que ces derniers⁶⁸.

L'affaire dite des « logiciels truqueurs » (Volkswagen), concernant des tests truqués sur les moteurs diesel, est d'abord liée aux émissions de NOx. La production de cette substance dépend en effet fortement des paramètres de combustion du moteur. Ces paramètres sont gérés par le calculateur électronique du moteur ainsi que par l'activation ou non des dispositifs additionnels de piégeage/catalyse des NOx, qui dans le cas des modèles Volkswagen concernés étaient désactivés ou sous-employés en dehors des tests standardisés.

En situation réelle – hors des cycles de test standardisés –, les véhicules diesel sur le marché dépassaient d'ailleurs les normes autorisées d'émissions (en 2014, cf. graphique 4).

⁶⁸ Voir en ce sens la note de décembre 2016 de l'ICCT, concernant les véhicules les plus récents (aux normes EURO 6).

Graphique 4 : Émissions de NOx par les véhicules routiers en fonction de leur niveau de certification Euro



Source : ADEME, *Émissions de particules et de NOx par les véhicules routiers*, juin 2014.

2.2. La réponse des pouvoirs publics est encore insuffisamment coordonnée

L'« affaire Volkswagen » a agi comme un révélateur des faiblesses de la réglementation actuelle, qui encore de façon insuffisante les émissions de polluants en usage réel. Cela a laissé libres les constructeurs d'optimiser leurs choix techniques et leurs réglages en fonction d'autres paramètres (coût, consommation, performances...). Les émissions mesurées en laboratoire sont alors devenues trop éloignées des émissions réelles. Volkswagen a été au-delà de ces pratiques légales en introduisant un logiciel reconnaissant que le véhicule subit un test d'homologation et en le faisant fonctionner de manière spécifique dans ce cas. Ces écarts concernaient tant les émissions de CO₂ (avec des écarts allant de 30 à 60 %, cf. 2.1.1) que les émissions de NOx (avec des écarts allant jusqu'au triple, cf. 2.1.2).

Ce scandale a agi comme un révélateur pour l'opinion publique : faisant peser un doute tant sur les pratiques des constructeurs que sur la volonté réelle des pouvoirs publics de traiter les questions de qualité de l'air et de réchauffement climatique. Les institutions européennes ont réagi en adoptant des règlements visant à mesurer les émissions des véhicules en conditions réelles. Ces règlements, adoptés au début de l'année 2016⁶⁹, instaurent progressivement des tests en conditions réelles (et non en laboratoire) et mettent en place un « facteur de conformité », correspondant à un multiple des émissions en laboratoire que les véhicules ne doivent pas dépasser. Ce facteur est initialement fixé à 2,1 (au lieu de 80 mg NOx/km, les

⁶⁹ Règlements (UE) 2016/427 et 2016/646 des 10 mars et 20 avril 2016, portant modification du règlement (CE) n° 682/2008 en ce qui concerne les émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 6).

véhicules peuvent donc en émettre 168), et sera abaissé à 1,5 en 2021.

La mise en place de ces « facteurs de conformité » démontre la nécessité de développer des réglementations les plus transparentes et effectives possible et de les revoir régulièrement. Du fait des enjeux technologiques et économiques liés à l'industrie et à l'automobile, il est clair que la conception de ces réglementations doit être coordonnée dans un périmètre géographique le plus large possible, et a minima au niveau européen, avec des possibilités d'adaptation locale.

En la matière, il est nécessaire d'adopter un point de vue encore plus global sur la question de la lutte contre le réchauffement climatique (cf. 2.2.1) et pour la qualité de l'air (cf. 2.2.2).

2.2.1. Lutte contre le réchauffement climatique

Au niveau global, les transports routiers émettent 10,1 % des gaz à effet de serre et jusqu'à un quart des émissions des pays les plus avancés (cf. 2.1.1). Dans le cadre des cycles de négociation des Nations-Unies sur le climat (dont la dernière étape marquante était la COP21), toutes les zones géographiques se fixent des objectifs de réduction des émissions de CO₂ liées au transport routier. Cela passe essentiellement par des réglementations obligeant les constructeurs à ce que leurs ventes de véhicules neufs n'émettent, en moyenne pour une année donnée, pas plus d'une certaine quantité de CO₂ par kilomètre parcouru.

Ces objectifs, contraignants pour les constructeurs, sont généralement accompagnés d'incitations au niveau local. Ainsi, les trois zones

géographiques étudiées dans notre sondage se sont fixé des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre liées au transport routier (cf. tableau 1 ; au niveau fédéral pour la Californie, au niveau de l'Union européenne pour la France et l'Allemagne). Ces objectifs sont complétés par un mécanisme de *cap and trade* incitant à la production de véhicules à très faibles émissions en Californie. En France, un système de bonus/malus a été mis en place et concerne tous les véhicules. En Allemagne, un système de bonus existe pour les véhicules électriques ou hybrides rechargeables (allant jusqu'à 4 000 € pour les véhicules complètement électriques).

Notons que, rapporté au nombre d'habitants, le transport routier en Californie émet deux fois plus de CO₂ qu'en France ou en Allemagne.

Tableau 1 : Objectifs de réduction des émissions de CO₂ des véhicules particuliers⁷⁰

Pays	Émissions de CO ₂ liées au transport routier (Mt CO ₂ en 2012)	Émissions par habitant liées au transport routier (t CO ₂ /hab.)	Objectif de réduction de ces émissions
France	125	1,89	D'ici 2021 (avec introduction progressive à partir de 2020), les émissions moyennes des flottes vendues par chaque constructeur ne devront pas dépasser 95 gCO ₂ /km (soit une consommation moyenne de 4,1 l/100 km d'essence ou de 3,6 l/100 km de diesel).
Allemagne	146	1,81	La vague suivante de réglementation, en cours de discussion, envisage un seuil compris entre 68 et 78 g CO ₂ /km, avec introduction entre 2025 et 2030. Les cibles 2015 et 2021 correspondent respectivement à des réductions de 18 % et 40 % par rapport à la moyenne de 2007, qui était de 158,7 gCO ₂ /km.
Californie	154	3,97	Au niveau fédéral, l'objectif est une moyenne de 163 gCO ₂ /mile en 2025 (soit 101 g CO ₂ /km). Au niveau de l'État de Californie, la cible est d'obtenir une réduction de 50 % des consommations de carburant entre 2015 et 2030 (ce qui, en termes d'émissions par habitant, ramènerait l'État de Californie au niveau actuel de la France ou de l'Allemagne). Afin d'encourager l'innovation, l'État a mis en place un mécanisme obligeant les constructeurs à vendre une part minimale de véhicule à zéro ou très faibles émissions (avec mise en place d'un mécanisme de crédits échangeable « cap and trade ») ⁶⁸ .

Source : Eurostat et Commission européenne ; California Greenhouse Gas Emission Inventory: 2000-2012, California environmental protection agency, 2014 ; US Federal environment protection agency (EPA).

⁷⁰ Au troisième trimestre 2016, Tesla a vendu pour 139 M\$ de ces crédits, ce qui représentait 6 % de son chiffre d'affaire total.
www.institutmontaigne.org

La réduction des émissions de CO₂ liées au transport routier passe essentiellement par la réduction de la consommation de combustibles fossiles, grâce à une réduction du nombre de kilomètres parcourus et à des véhicules plus efficaces, et également par leur substitution par d'autres formes d'énergie (électricité, hydrogène). Les technologies du véhicule connecté, partagé et plus autonome peuvent permettre de réduire ces émissions (cf. 2.3 et 2.4).

Au demeurant, la lutte contre le réchauffement climatique est avant tout une question de coordination globale des acteurs, et dépasse de loin la simple question des transports routiers, qui ne représentent que 10,1 % des émissions mondiales. En la matière, des initiatives comme la mise en place d'un prix significatif du carbone semblent incontournables⁷¹.

2.2.2. Concernant les polluants locaux

Par nature la lutte contre le changement climatique doit faire l'objet d'une coordination globale. Cela semble moins évident s'agissant des polluants locaux. Il est certes naturel d'imposer des standards techniques communs aux véhicules neufs, ce que fait l'Union européenne, afin de permettre aux constructeurs de disposer d'un marché unifié⁷².

⁷¹ Sur ce sujet, voir par exemple le rapport de MM. Canfin, Grandjean et Mestrallet, *Propositions pour des prix du carbone alignés avec l'accord de Paris*, juillet 2016, ou encore la note de l'Institut Montaigne, *Climat et entreprises : de la mobilisation à l'action Sept propositions pour préparer l'après-COP21*, novembre 2015.

⁷² D'une part, la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 septembre 2007 réalise une harmonisation totale des exigences techniques que doivent respecter les véhicules neufs entrant dans son champ d'application au moment de leur réception dans le marché intérieur. D'autre part, le règlement n° 715/2007/CE du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007 fixe les valeurs limites d'émissions polluantes (dites « normes Euro) applicables à certaines catégories de véhicules au moment de leur réception dans le marché intérieur.

Au global, l'action conjointe des pouvoirs publics a d'ailleurs donné des résultats très tangibles, avec une division par deux de la présence de polluants atmosphériques dans une ville comme Paris ces vingt dernières années. Certaines autorités locales semblent néanmoins aujourd'hui considérer qu'il est nécessaire d'imposer des mesures nouvelles pour réguler la circulation ou exclure du trafic certains véhicules polluants pour améliorer la qualité de l'air.

C'est en tout cas la philosophie des « zones à faibles émissions » (*low emissions zones – LEZ*). Une publication récente de l'ADEME⁷³ étudie la mise en place de ces zones à travers l'Europe. Celle-ci se fait de manière très variable :

- dans certains cas, un cadre national fixe les options pouvant être choisies par les collectivités locales pour créer de telles zones (cas de l'Allemagne, du Danemark, des Pays-Bas ou de la République Tchèque, de la Suède) ;
- dans d'autres cas, chaque collectivité locale fixe son propre mode de fonctionnement (cas de l'Autriche, de l'Espagne, de la Grèce, de l'Italie, du Portugal, du Royaume-Uni).

En mars 2015, 211 zones à faibles émissions étaient recensées à travers dix pays européens. En France, la première LEZ a été créée à Paris en 2017 (cf. encadré 5). Plus de vingt autres collectivités françaises devraient également en créer au cours des cinq prochaines années⁷⁴.

⁷³ M. Pouponneau, B. Forestier, F. Cape, G. Le Clercq, D. Fayolle (ADEME), *Les zones à faibles émissions (Low Emission Zones) à travers l'Europe : déploiement, retours d'expériences, évaluation d'impacts et efficacité du système*, 2016.

⁷⁴ Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, *Lauréats de l'appel à projets « Villes respirables en 5 ans »*, septembre 2015.

Selon l'ADEME, ces zones présentent dans certains cas une efficacité significative, justifiant leur mise en place :

- des réductions de concentrations dans l'air de NO₂ et PM₁₀⁷⁵ jusqu'à 12 % peuvent être observées ainsi que des réductions de PM_{2,5} jusqu'à 15 % ;
- le nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour les PM₁₀ peut également diminuer (moins 17 % à Cologne lors de la première année de fonctionnement de la LEZ).

Encadré 5 : La zone à circulation restreinte de Paris

La mairie de Paris et la Préfecture de Police de Paris ont d'abord mis en place en juin 2016 des restrictions de circulation pour certaines catégories de véhicules (cf. arrêté n° 2016 P0114 du 24 juin 2016).

Un nouveau dispositif a ensuite été instauré, en application du système national de LEZ intitulé « zone à circulation restreinte », institué par la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, et précisé par un décret du 28 juin 2016 relatif aux zones à circulation restreinte⁷⁶.

⁷⁵ Particules fines de diamètre inférieur à 10 micromètres.

⁷⁶ Ce dispositif est régi par les articles L. 2213-4-1 et R. 2213-1-0-1 du Code général des collectivités territoriales.

Ces dispositifs se fondent sur un système de classification des véhicules, qui leur attribue une « vignette Crit'air » et répartit les véhicules en sept catégories (cf. tableau *infra*)⁷⁷.

 <p>Tous les véhicules « zéro émission moteur » : 100 % électrique et hydrogène</p>	 <p>Essence et autres Euro 5 et 6 À partir du 1^{er} janvier 2011</p>	 <p>Essence et autres Euro 4 À partir du 1^{er} janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus 23 % des voitures particulières</p>
6 % des voitures particulières		
 <p>Essence et autres Euro 2 et 3 Entre le 1^{er} janvier 1997 et le 31 décembre 2005 inclus</p>	 <p>Diesel Euro 3 À partir du 1^{er} janvier 2001 et le 31 décembre 2005 inclus</p>	 <p>Diesel Euro 2 À partir du 1^{er} janvier 1997 et le 31 décembre 2000 inclus</p>
<p>Diesel Euro 4 Entre le 1^{er} janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus 43 % des voitures particulières</p>	<p>14 % des voitures particulières</p>	<p>6 % des voitures particulières</p>
Non classés : 9 % des véhicules particuliers		

⁷⁷ La vignette Crit'air (ou « certificat qualité de l'air ») est instaurée par l'article R. 318-2 du Code de la route. La classification des véhicules en fonction de cette vignette est établie par un arrêté du 21 juin 2016.

En application de ces textes, la ville de Paris a institué une réglementation prévoyant que, s'agissant des véhicules particuliers :

- les véhicules sans vignette (immatriculés avant le 1^{er} janvier 1997) ne peuvent circuler dans Paris en semaine, de 8 h à 20 h ;
- à partir du 1^{er} juillet 2017, les véhicules classé Crit'air 5 seront également interdits (véhicules diesel immatriculés avant le 1^{er} janvier 2001).

La réglementation est plus stricte s'agissant des véhicules utilitaires et poids lourds. La maire de Paris a également annoncé que l'interdiction de circulation serait progressivement étendue à tous les véhicules diesel, à une échéance variant entre 2020⁷⁸ et 2025⁷⁹, selon ses diverses déclarations.

Source : Institut Montaigne, sur la base des informations disponibles sur les sites internet de la mairie de Paris et du ministère chargé de l'environnement.

Dans la pratique, les caractéristiques de ces zones sont très hétérogènes, même si elles s'appuient généralement sur les normes EURO pour catégoriser les véhicules. Plusieurs d'entre-elles (à l'exception notable de l'Allemagne et de la République Tchèque) s'appuient sur des systèmes de vignettes, qui ne sont pas les mêmes dans les différents pays de l'Union. Notons que dans certains cas, la classification des véhicules sert également de base à des logiques incitatives (voies de circulation réservées, stationnement avantageux, etc.).

⁷⁸ Interview d'Anne Hidalgo sur BFMTV du 10 juin 2016 : « on est en train de faire sortir progressivement les très vieux véhicules, les véhicules les plus polluants jusqu'à une interdiction complète des véhicules diesel en 2020 ».

⁷⁹ Communiqué de presse du C40 cities du 2 décembre 2016.

Cette hétérogénéité croissante semble avoir un certain nombre d'inconvénients :

- limitation de la liberté de circulation des automobilistes à travers l'Europe, tant du fait de la contrainte elle-même que du caractère difficilement compréhensible pour un étranger de systèmes de régulations locaux très variés (même si dans certains cas les véhicules immatriculés à l'étranger bénéficient d'exemptions) ;
- imprévisibilité des évolutions réglementaires à venir, limitant la capacité des constructeurs à anticiper convenablement leurs choix technologiques ;
- contraintes parfois déraisonnables pour les particuliers détenteurs de véhicules faisant l'objet d'une mesure de restriction, pouvant avoir un impact économique considérable (voir 2.3.1).

Sur ce dernier point, notons que les personnes qui subissent ces contraintes ne sont souvent pas les personnes résidant dans la zone (dans le cas de Paris, les ménages les moins aisés, utilisateurs des véhicules les plus anciens, résident généralement hors du centre-ville).

Tous ces points rendent particulièrement nécessaire une harmonisation plus grande des modes de régulation du trafic automobile en zone urbaine au niveau européen.

2.3. Au-delà des régulations concernant les véhicules neufs, il faut agir sur les comportements des automobilistes, notamment grâce aux nouvelles technologies

Aujourd'hui, à l'exception notable des restrictions ponctuelles de circulation et des zones à faible émission, les mesures anti-pollution concernent essentiellement les caractéristiques techniques des véhicules neufs, et non l'usage effectif qui en est fait (cf. 2.2).

Or, l'intégration d'une innovation au parc de véhicules prend plusieurs dizaines d'années, et il n'est pas réaliste d'accélérer significativement la vitesse de renouvellement du parc, ce qui impliquerait de raccourcir significativement la durée de vie des véhicules et engendrerait une perte économique considérable pour la société (cf. 2.3.1). De plus, des progrès importants peuvent être réalisés en modifiant les habitudes de déplacement et de conduite (écoconduite, co-voiturage, utilisation astucieuse des différents modes de transport, etc.). Cela pourrait passer par un ensemble de mesures incitatives et coercitives, tirant parti des nouvelles technologies :

- développement du véhicule connecté (2.3.2) ;
- généralisation des systèmes d'assistance à la conduite (2.3.3) ;
- développement de nouveaux usages de mobilité (2.3.4).

2.3.1. La question de l'âge du parc est cruciale

Le durcissement très fort des normes environnementales (cf. 2.1) conduit les véhicules récents à être beaucoup moins polluants que les véhicules plus anciens. Les pouvoirs publics instaurent donc des mesures coercitives pour limiter la circulation des véhicules anciens (cf. 2.2.2, notamment s'agissant des zones à circulation restreinte

en France). Cette approche a cependant ses limites : l'impact économique d'une interdiction de circulation d'une catégorie de véhicules est en effet très lourd, et pénalise directement les ménages.

Il est possible de modéliser la valeur du parc automobile par catégorie de Crit'air de véhicules (cf. tableau 2). Généraliser à toute la France la mesure décidée à Paris (interdiction des véhicules Crit'air 5 ou inférieur à partir de juillet 2017) reviendrait à imposer une taxe de 21,2 Md€ sur les ménages et entreprises propriétaires de ces véhicules anciens⁸⁰.

Aller au-delà et interdire les véhicules diesel à moyen terme (2025 par exemple), comme l'imaginent certains responsables politiques, semble irréaliste au regard des enjeux financiers que représente cette catégorie de véhicules (valeur actuelle de l'ordre de 298 Md€). Même en admettant que seuls les véhicules circulant en région parisienne soient affectés, on parle ici d'un coût atteignant plusieurs dizaines de milliards d'euros, pesant principalement sur des foyers modestes et des entreprises artisanales.

⁸⁰ Ce chiffre est probablement sous-estimé, car il ne prend pas en compte la perte de valeur des véhicules non encore atteints par la limite d'âge mais qui en sont proches.

Tableau 2 : Valeurs des véhicules selon le système Crit'air

Niveau de vignette Crit'air	Valeur du parc correspondant (véhicules particuliers et véhicules utilitaires légers, en Md€)
Pas de vignette	9,5
Crit'air 5 et inférieur	21,2
Crit'air 4 et inférieur	64,6
Crit'air 3 et inférieur	184,0
Tout le parc diesel	297,9
Tout le parc	422,9

Source : Calculs Institut Montaigne sur la base de données UTAC-OTC, CCFA et de l'Argus. Méthodologie : Seuls les véhicules mis en circulation à partir de 1990 sont comptabilisés soit un parc de 49 millions de véhicules (véhicules particuliers et utilitaires légers) ; le parc pour les véhicules immatriculés entre 1990 et 2011 provient de l'historique des véhicules présentés au contrôle technique ; le parc pour les véhicules immatriculés entre 2012 et 2016 provient ventes du CCFA ; pour chaque véhicule une valeur résiduelle moyenne est calculée sur la base des données Argus et appliquée uniformément à tout le parc immatriculé une année donnée.

Il faut donc trouver d'autres leviers pour agir sur le parc existant. Les gouvernements mettent parfois en place des « primes à la casse », permettant d'accélérer la sortie du parc de certains véhicules anciens. Ces mesures sont cependant très coûteuses pour les finances publiques, pour un effet environnemental relativement limité⁸¹. De même, les mesures de retrofit (certains pays, comme l'Allemagne, subventionnent l'installation de filtres à particules sur les véhicules anciens) semblent peu efficaces⁸² et/ou très difficiles à mettre en pratique (les véhicules modifiés perdent leur titre d'homologation). À moins que les constructeurs ne décident d'investir eux-mêmes,

⁸¹ Voir notamment le document du Ministère chargé des transports, *Évaluation environnementale des dispositifs de prime à la casse*, juin 2007.

⁸² Les retrofit en matière de filtres à particule sont peu efficaces : voir l'article de challenges sur le sujet et la note de juin 2014 de l'ADEME.

les autres types de modification (rendre hybride électrique un véhicule ancien, ou installer un système de capture des NOx) semblent peu réalistes à grande échelle.

Plus que dans la modification des véhicules, les solutions résident dans le fait d'agir sur les comportements pour modifier l'utilisation du parc existant et l'amener à des niveaux moindres de pollution.

2.3.2. Véhicule connecté, possibilités de smart regulation et d'incitations vertueuses

La plupart des véhicules commercialisés depuis les années 2000 sont équipés d'un système de diagnostic à bord (*on board diagnostics* – *OBD*). En Europe, ce système est obligatoire depuis la norme EURO 3 (en vigueur depuis le 1^{er} octobre 2001). Il a été d'abord développé aux États-Unis et notamment en Californie (qui l'a imposé à tous les véhicules vendus, depuis 1996).

Initialement prévues pour permettre l'entretien des véhicules et la détection de pannes, ces prises OBD, qui équipent désormais la majorité des véhicules en circulation, permettent le développement de nouvelles applications : assurances connectées (*pay how you drive*), mais aussi fourniture à l'utilisateur de données plus détaillées sur sa conduite, le niveau de pollution de son véhicule ou encore lien avec un service d'entretien⁸³. Ces fonctions de télédiagnostic sont également proposées par les constructeurs dans certains de leurs modèles au travers d'applications fonctionnant sous leur propre

⁸³ La société Mobivia, par exemple, commercialise un dispositif compact – *dongle* – pouvant être connecté sur une prise OBD et permettant de disposer de données détaillées concernant son véhicule sur son smartphone et de faire le lien avec un service d'entretien.

système d'exploitation.

D'autres technologies, n'utilisant pas le port OBD, permettent également un suivi en temps réel des émissions de polluants d'un véhicule (par exemple l'application pour *smartphone* GECO air, développée par l'IFPEN, qui permet aux usagers de connaître le niveau d'émissions de leurs déplacements).

On peut donc imaginer le développement de technologies relativement peu coûteuses (quelques dizaines d'euros par voiture au plus), permettant à chaque conducteur de connaître les émissions de polluants dues à ses déplacements, en fonction de l'usage réel de sa voiture. Ce flux d'information, disponible sur smartphone pour les conducteurs, viendrait également alimenter une base globale de données, tout en garantissant, dans le respect de la vie privée des automobilistes, que les véhicules connectés ne puissent pas être identifiés. Cela aurait plusieurs avantages :

- permettre aux autorités publiques de disposer d'une connaissance fine des déplacements, avec des usages en termes de planification urbaine et d'amélioration des réglementations ;
- permettre aux utilisateurs de se situer par rapport à leurs pairs : polluent-ils plus ou moins, et pourquoi ? Cette comparabilité, au cœur des systèmes de régulation douce par comparaison aux pairs (*nudge*⁸⁴) pourrait permettre d'agir de manière efficace et non coercitive sur les comportements.

⁸⁴ *Nudge - La méthode douce pour inspirer la bonne décision* est un livre écrit par Richard Thaler, économiste à l'université de Chicago, et par Cass R. Sunstein, professeur à l'université de droit de Harvard. L'ouvrage se fonde sur des recherches en psychologie et en économie comportementale pour défendre des techniques permettant aux individus d'effectuer des choix considérés comme plus vertueux, grâce notamment à la comparaison à leurs pairs et à la contrainte sociale douce, tout en limitant les approches coercitives.

Cela est d'autant plus intéressant que la connaissance de la qualité de l'air s'améliore et devient intelligible pour le grand public. Par exemple, au niveau d'une zone géographique, des applications comme celle de PlumeLabs proposent une météo de la qualité de l'air, intégrant une dimension prédictive.

Au niveau européen, des villes comme Londres utilisent déjà des péages urbains, et envisagent d'en faire leur principal outil de régulation environnementale des transports⁸⁵. Le caractère potentiellement inique d'un péage urbain pour les ménages les plus modestes semble pouvoir être traité de manière adaptée grâce à des mécanismes de redistribution bien décrits par la littérature⁸⁶. En France, la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement autorise la mise en place de péages urbains à titre expérimental, mais pour des durées limitées à trois ans. Compte tenu des montants à investir pour la mise en place de tels péages (plusieurs dizaines de millions d'euros), cette limitation de durée semble constituer un obstacle réhibitoire. La preuve en est qu'aucune collectivité ne s'est engagée sur cette voie.

102

Proposition n° 5 : Mettre en œuvre des mécanismes incitatifs (plutôt que des restrictions de circulation) pour réguler le trafic et la pollution dans les zones urbaines les plus denses, de manière efficace et équitable.

La régulation du trafic dans les zones les plus denses représente un objectif essentiel. Les solutions apportées doivent être à la fois adaptées au cadre précis de leur mise en œuvre et compatibles

⁸⁵ Communiqué du maire de Londres du 5 juillet 2016.

⁸⁶ Stéphanie Souche, LAET, *Péage urbain, une revue de la littérature*, 2007.

avec le cadre normatif européen harmonisé. Plutôt qu'une interdiction pure et simple des véhicules motorisés, il serait possible de limiter leur usage par la dissuasion, tout en encourageant les comportements les plus vertueux.

Une première étape consisterait à mettre en place dans les grands centres urbains – grâce aux avancées technologiques – des mécanismes d'autoévaluation : la collecte de données d'émissions en temps réel permettrait d'informer les conducteurs de leur impact environnemental et de les comparer à leurs pairs, afin de les inciter à conduire de façon plus fluide et moins polluante.

Cette phase d'autoévaluation pourrait être complétée, dans un second temps, par la mise en place de mécanismes incitatifs financiers – micro-péages dynamiques – ou non – voies réservées au covoiturage, par exemple. Les nombreuses données collectées dans le cadre des dispositifs d'autoévaluation permettraient de mieux concevoir ces mécanismes incitatifs, et donc de les rendre plus acceptables et efficaces. Les principes suivants pourraient être retenus :

- les micro-péages et autres dispositifs feraient d'abord l'objet d'une expérimentation et leurs impacts seraient évalués de façon indépendante. En fonction de ces résultats – et le cas échéant après consultation publique – ils seraient pérennisés ou non ;
- le prix du micro-péage dynamique serait modulé selon plusieurs critères – modèle de la tarification intelligente, ou « *smart congestion charging* » –, comme par exemple la catégorie du véhicule (niveau et type de pollution émis), son usage (taux de remplissage), l'état du trafic et la qualité de l'air (prix plus élevé

pendant les pics de congestion ou de pollution), la fréquence et l'intensité d'utilisation dans les zones ciblées, etc. La tarification prendrait en compte la situation sociale des automobilistes pour ne pas faire peser une charge excessive sur les moins favorisés ;

- les recettes du micro-péage seraient réinvesties dans les transports publics et dans les infrastructures routières ;
- le micro-péage s'appliquerait aux voitures des particuliers comme au transport de marchandises, le cas échéant selon des conditions tarifaires différenciées.

À plus long terme, ces systèmes de régulation intelligents pourraient être appliqués à d'autres sujets : limitation de vitesse adaptative sur autoroute selon les conditions météorologiques et l'état du trafic, dans les zones touchées par un pic de pollution, etc.

2.3.3. Les systèmes d'assistance à la conduite, et notamment la voiture autonome, permettront d'aller encore plus loin dans la réduction de l'impact environnemental des véhicules

L'impact global des technologies du véhicule autonome – au sens de véhicule sans conducteur – sur les performances environnementales des véhicules est ambigu mais vraisemblablement globalement positif⁸⁷. On peut en effet raisonnablement penser que l'automatisation

⁸⁷ Les données et éléments présentés ici proviennent d'une revue de littérature publiée en avril 2016 (Zia Waduda, Don MacKenzieb, Paul Leibyc, *Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 86).

de la conduite aura certains effets bénéfiques, pouvant aller jusqu'à 40 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre au total dans certaines conditions :

- généralisation de l'écoconduite lorsque le véhicule est en mode autonome ;
- moindre recherche de la performance et des sensations, limitant le besoin d'optimiser les moteurs pour des accélérations brutales et très consommatrices de carburant ;
- à moyen terme, développement du *platooning*, c'est-à-dire un ensemble de véhicules formant un convoi pour bénéficier de l'aspiration du véhicule le précédant (et réduisant donc les frottements aérodynamiques) ;
- à plus long terme, si une supervision globale des véhicules devient possible : diminution des embouteillages.

Certains effets rebonds sont cependant à prévoir :

- hausse du trafic routier du fait d'un coût moyen du transport plus faible ;
- ou encore l'autorisation de vitesses plus importantes sur l'autoroute (du fait de la sécurité accrue offerte grâce aux systèmes d'assistance à la conduite).

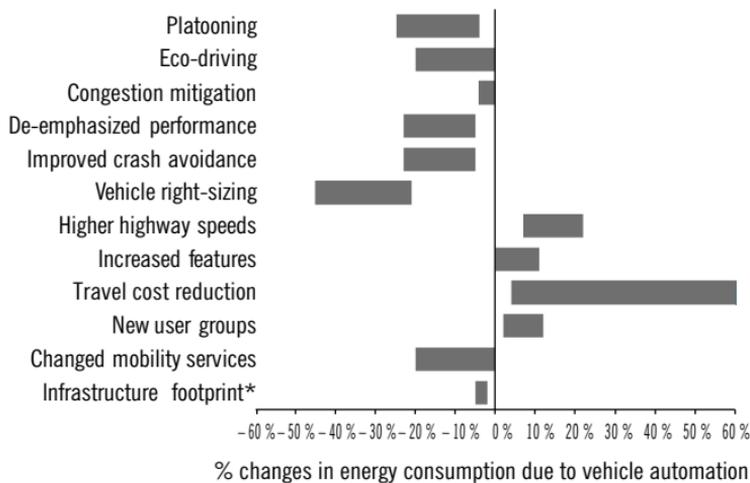
De plus, certains effets bénéfiques ne peuvent être atteints qu'à un niveau élevé de pénétration des technologies :

- avec un système de « robotaxis », on peut imaginer que le taux de remplissage des véhicules augmente notablement ; cela implique cependant un taux de pénétration très élevé pour avoir un effet sensible en termes d'émissions ;
- si le niveau de sécurité active augmente, on peut diminuer la sécurité passive des véhicules et donc les alléger considérablement ; cela implique néanmoins que tous les véhicules bénéficient

d'une sécurité active, ce qui rend ces gains très peu probables, même à moyen terme.

Le graphique 5 récapitule, sur la base d'une revue de littérature, les effets pouvant être attendus. Au global, ces différents effets constitueront un défi en matière de régulation : comment encourager l'adoption des technologies ayant un impact positif, sans notamment encourager un rebond d'usage ?

Graphique 5 : Impact des technologies du véhicule autonome sur les émissions de CO₂



Source: Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles, Zia Waduda, Don MacKenzie, Paul Leiby, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 86, April 2016, Pages 1-18.

2.3.4. Les nouveaux usages, permettant de maximiser le taux d'utilisation des véhicules, doivent être encouragés

En Île-de-France, les voitures circulent avec en moyenne 1,1 passager à bord⁸⁸. Faire passer ce nombre à 1,4 permettrait de réduire de 20 % le nombre de voitures circulant sur les routes. Cela implique de prendre des mesures d'incitation au covoiturage et à l'utilisation astucieuse de la multimodalité, ce qui passe vraisemblablement par le développement de nouvelles infrastructures favorisant ces nouveaux modes de mobilité, et par des incitations financières ou non financières (voies dédiées au covoiturage, tarifications incitatives, etc. – cf. 1.1.3 et 2.3.2).

2.4. La diminution des émissions des véhicules neufs bénéficiera des progrès technologiques réalisés par les constructeurs (et pas uniquement en matière de motorisations)

De manière complémentaire aux mesures innovantes envisagées au 2.3, la poursuite des progrès technologiques des véhicules neufs demeure évidemment incontournable. Des choix technologiques adaptés devront être encouragés par les autorités publiques. Ces évolutions concerneront certes les motorisations thermiques et électriques (cf. 2.4.2), mais aussi des progrès à réaliser en matière d'allègement des véhicules (cf. 2.4.1).

⁸⁸ Étude de la direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA), du Syndicat des transports d'Île-de-France (Stif) et de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France.

2.4.1. L'allègement des véhicules est un levier insuffisamment exploité, et la réglementation européenne en la matière peut évoluer

Les émissions de CO₂ sont directement corrélées au poids des véhicules. C'est le cas également des particules fines, dont la présence dans l'atmosphère est notamment liée à la remise en suspension des particules présentes au sol, du fait des mouvements d'air générés par les véhicules en mouvement.

Une revue de la littérature scientifique existante⁸⁹ indique en effet que pour des véhicules modernes, *les gaz d'échappement représentent moins de 5 % des émissions totales, là où la remise en suspension représente de l'ordre des deux tiers des émissions* (cf. annexe 8 pour le détail). Cette même étude indique de plus que l'essentiel des émissions de particules fines est linéairement corrélée au poids du véhicule (usure des freins, des pneus, de la route et remise en suspension) : une augmentation de 1 % du poids entraîne une augmentation de 1 % des émissions de particules issues de ces sources, toutes choses égales par ailleurs.

En conséquence, l'utilisation accrue de plastiques et composites dans la conception du véhicule permettrait d'en réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 40 %⁹⁰. Il s'agit d'un cercle vertueux : un allègement de 250 kg de la carrosserie permet d'économiser environ 100 kg supplémentaire en revoyant le dimensionnement du moteur et des éléments de sécurité, avec des économies

⁸⁹ Victor R.J.H. Timmers, Peter A.J. Achten, Atmospheric Environment, *Non-exhaust PM emissions from electric vehicles*, 2016.

⁹⁰ A.T. Kearney – *Plastics. The future for automakers and chemical companies*, 2012.

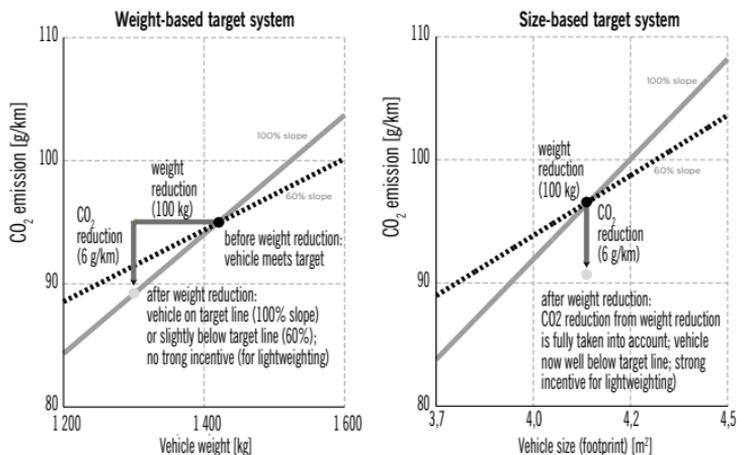
à la clef (qui peuvent elles-mêmes être réinvesties dans des matériaux plus coûteux pour alléger davantage).

Pourtant, la réglementation européenne neutralise 60 % des gains de l'allègement dans les calculs qui servent de base à la réglementation des émissions de CO₂ des véhicules neufs.

La réglementation européenne (cf. 2.2.1) prévoit en effet que les voitures vendues par un constructeur donné pendant une année doivent émettre en moyenne moins de 130 g de CO₂/km. Cette moyenne est pondérée par le poids des véhicules vendus et l'influence du poids des véhicules est partiellement neutralisée. En pratique, lorsqu'un véhicule est allégé de 100 kg, il émet en moyenne 6 g de CO₂ en moins par km. Mais du fait des règles de calculs, seuls 2,4 g de CO₂/km de réduction sont comptabilisés dans la moyenne pondérée évoquée *supra*. Cela signifie que 60 % des gains sont neutralisés, ce qui est matérialisé par la pente « à 60 % » actuellement en vigueur dans l'UE⁹¹ dans la partie gauche du graphique 6.

⁹¹ La pente restera fixée à 60 % au moins jusqu'en 2020.

Graphique 6 : Divers systèmes de pondération des émissions des véhicules en fonction de leur taille (poids – à gauche ou dimensions au sol – à droite)



Source : http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EUemissionstargets_jun2011.pdf (p. 45).

Au vu des avantages de l’allègement des véhicules en matière environnementale (touchant à tous les types d’émissions polluantes : CO₂, NOx et particules), il serait logique de le soutenir. Cet encouragement de l’allègement devrait cependant ne pas trop pénaliser les plus grands véhicules, qui s’avèrent indispensables pour certains usages.

Une première option consisterait à remplacer le critère de pondération par le poids par un critère de pondération par l’empreinte au sol du véhicule (cf. partie droite du graphique 6), redonnant tout son intérêt à l’allègement. Une seconde option consisterait à modifier la pente de neutralisation de l’allègement (qui passerait par exemple de 60 % à 40 %) afin de donner plus d’intérêt à l’allègement. Dans les deux

cas, ces évolutions réglementaires européennes pénaliseraient les constructeurs vendant majoritairement des voitures lourdes, tels que Daimler et BMW, ce qui pourrait rendre la négociation complexe.

Proposition n° 6 : Revoir le mode de calcul des objectifs d'émissions de CO₂ par constructeur dans la réglementation européenne afin d'encourager l'allègement des véhicules, gisement encore insuffisamment exploité de réduction des émissions.

La réglementation européenne sur le CO₂ vise à faire internaliser les coûts environnementaux de l'automobile par les constructeurs en fixant une norme d'émission de CO₂ (95 g/km à l'horizon 2021) qui s'applique en moyenne à l'ensemble des voitures neuves vendues dans l'Union Européenne. Cette norme générale est déclinée par constructeur selon un système dit de « pente de droits d'émissions ». La fixation de la pente (et le critère de pondération utilisé) est un point déterminant dans la mesure où celle-ci attribue une valeur aux différents moyens d'« économiser » des grammes de CO₂.

En privilégiant le choix de la masse du véhicule plutôt que son empreinte au sol comme critère de pondération, la réglementation européenne pénalise l'allègement comme stratégie de réduction de l'impact environnemental des véhicules, alors même que l'apparition de nouveaux matériaux, plus légers et plus résistants, renforce le potentiel de cette dernière.

Pour y remédier, l'option la plus consensuelle consisterait à modifier la pente de neutralisation de l'allègement (qui passerait par exemple

de 60 % à 40 %) afin d'inciter davantage à l'allègement des véhicules fabriqués.

Une seconde option, plus ambitieuse, mais moins facilement acceptable pour certains constructeurs de véhicules premium plus lourds, consisterait à remplacer le critère de pondération par le poids par un critère de pondération par l'empreinte au sol du véhicule (ce qui est pratiqué aux États-Unis), redonnant tout son intérêt à l'allègement.

Dans tous les cas, les contrôles devront être renforcés, afin de garantir l'efficacité des réglementations et de restaurer la confiance des citoyens.

2.4.2. La question de la motorisation

La question de la motorisation du futur n'est pas tranchée, d'autant que la transition sera longue (cf. 1.3.1). Essence ou diesel, hybride rechargeable ou non, électrique à batteries ou à hydrogène, les options sont nombreuses (cf. annexe 14 pour un glossaire des motorisations), et les projections incertaines. Dans tous les cas, la poursuite de réduction des émissions de CO₂ semble d'abord devoir passer par le développement des motorisations hybrides, les véhicules complètement électriques ne semblant devoir représenter qu'une part très minoritaire du parc à horizon 2030 (selon les diverses projections recensées⁹², les véhicules tout

⁹² Pour une revue plus complète des projections et de la part future des motorisations, voir par exemple le rapport du CGE de juillet 2016 : *Quelle place et quelles perspectives pour l'industrie française dans les véhicules à nouvelles motorisations ?*.

électrique représenteraient environ 5 % du parc français en 2030 ; la part de l'hybride et de l'hybride rechargeable serait de l'ordre de 20 % – ces projections pouvant être considérées comme optimistes). Au niveau global, la part des modes de motorisation alternatifs représenterait ainsi moins de 2 % des véhicules produits à horizon 2022.

Le rôle des pouvoirs publics sera important, notamment du fait de l'impératif de réduction des émissions de gaz à effet de serre du parc automobile. Les choix faits par les gouvernements en la matière devront autant que possible adopter une approche globale, du puits à la roue (cf. 2.4.2.1).

Les attentes des consommateurs sont centrées autour du coût du véhicule, de son autonomie, et de la disponibilité d'infrastructures de recharge (bornes de recharge pour les véhicules électriques, stations-service pour les véhicules à hydrogène). Les choix technologiques à même d'y répondre sont incertains, et dépendront de nombreux facteurs difficilement maîtrisables (capacité d'innovation et progrès technologiques, choix des industriels, évolution des marchés de l'énergie...).

En conséquence, il semble que les gouvernements devraient adopter une approche prudente. Cela passera par un soutien adapté aux infrastructures publiques nécessaires aux différents types de véhicules électriques (à batterie ou à hydrogène – cf. 2.4.2.2), et par la mise en place d'un cadre favorable à ces progrès, sans privilégier *a priori* une technologie par rapport à une autre (cf. 2.4.2.3).

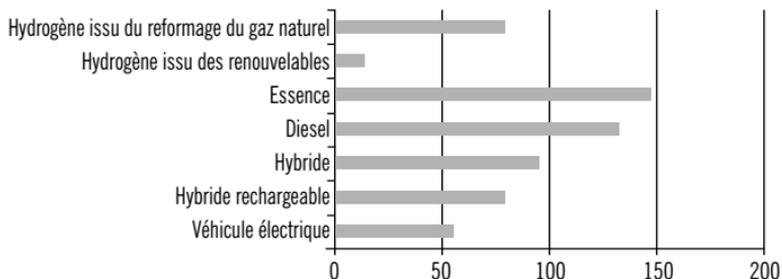
2.4.2.1. Émissions de CO₂ du puits à la roue

Les émissions de CO₂ varient beaucoup en fonction du type de motorisation. S'agissant des motorisations diesel, essence, ou hybrides

utilisant l'un de ces deux carburants, les émissions ne dépendant pas du lieu de circulation : un litre d'essence ou de diesel a (quasiment) le même contenu carbone partout sur la planète (cf. graphique 7). Un véhicule diesel émet d'ailleurs, par kilomètre parcouru, 10 à 20 % de CO₂ de moins qu'un véhicule essence équivalent.

S'agissant du véhicule à hydrogène, la question est différente : les émissions dépendent du mode de production de ce gaz : 78 gCO₂/km si l'hydrogène est issu du reformage du gaz naturel, mais seulement 14 gCO₂/km si cet hydrogène provient de l'électrolyse de l'eau grâce à de l'électricité solaire ou éolienne.

Graphique 7 : Émissions de CO₂ par type de motorisation, au Japon

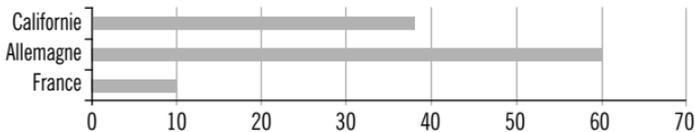


Source : Ministère de l'économie du commerce et de l'industrie japonais (METI).

Surtout, tant pour les véhicules hybrides rechargeables, qu'électriques ou à hydrogène (lorsque cet hydrogène est issu de l'électrolyse), les émissions de CO₂ dépendent de la façon dont l'électricité servant à les alimenter a été générée. Par exemple, ce contenu carbone varie d'un facteur un à six entre la France et l'Allemagne (cf. graphique 8).

Notons au passage que cette approche du puit à la roue est valable, quoique dans une moindre mesure, pour les autres types d'émissions polluantes, notamment lorsque l'électricité utilisée est produite par des centrales à charbon anciennes (la pollution est alors exportée du centre des villes vers les zones moins denses et plus industrielles).

Graphique 8 : Émissions du puits à la roue d'un véhicule électrique « standard », en fonction du mix énergétique (en gCO₂/km, sur la base de 13 kWh consommés par 100 km)



Source : Agence Internationale de l'Énergie (2013) pour la France et l'Allemagne, California Air Resource Bureau (2014) pour la Californie.

Malgré ces variations importantes, la hiérarchie générale des émissions de gaz à effet de serre est globalement stable :

- les véhicules essence sont les plus émetteurs ;
- suivis par les véhicules diesel ;
- puis par les véhicules hybrides ;
- puis par les véhicules électriques à batterie ou à hydrogène (lorsque cet hydrogène est issu de l'électricité ; lorsque l'hydrogène provient de reformage méthane-vapeur, les émissions sont proches de celles d'un véhicule hybride.)

2.4.2.2. La question des infrastructures

- **Infrastructures de recharge/stations-service**

Un déploiement massif des véhicules électriques, à batterie comme à hydrogène, semble illusoire à court terme sans soutien public.

Ce soutien des pouvoirs publics passe d'abord par un appui à l'établissement de normes internationales. Pour les bornes de recharge électriques, l'unification des standards semble à peu près achevée en Europe, excepté pour les bornes de recharge ultra rapides (puissance supérieure à 150 kW). S'agissant des infrastructures pour les véhicules à hydrogène, ces travaux semblent moins avancés.

En ce qui concerne le déploiement des infrastructures de recharge, le soutien des pouvoirs publics semble également devoir être financier, s'agissant de technologies et de marchés peu matures. En France, les retards rencontrés par le groupe Bolloré⁹³ dans le déploiement de bornes de recharge, pour lequel il avait pourtant contractualisé avec l'État, illustrent la difficulté à développer des modèles d'affaire rentables. Le déploiement de bornes sur le territoire progresse cependant grâce au soutien de l'État (qui finance l'installation de bornes de recharge à hauteur de 30 à 50 %, selon les types de bornes, *via* le programme d'investissement d'avenir) et des collectivités territoriales. Au demeurant, et selon les acteurs du secteur rencontrés par le groupe de travail, la mise à disposition de bornes de recharge est encore un service structurellement déficitaire (y compris simplement au stade de l'exploitation, sans inclure les coûts d'investissement). Un soutien public est donc nécessaire pour développer un maillage national d'infrastructure de recharge électrique ou de distribution d'hydrogène gazeux.

⁹³ Selon Les Echos, le groupe Bolloré s'était engagé à installer 8 000 bornes avant fin 2016, et n'en aurait installé aucune.
www.institutmontaigne.org

En ce sens, la France a inscrit dans la loi l'objectif d'installer, d'ici à 2030, au moins sept millions de points de charge sur le territoire national, « *afin de permettre l'accès du plus grand nombre aux points de charge de tous types de véhicules électriques et hybrides rechargeables*⁹⁴ ».

S'agissant plus particulièrement de l'hydrogène, plusieurs régions du monde développent des programmes d'infrastructure de distribution :

- la Californie a lancé un programme visant à installer 60 à 80 stations ; en janvier 2016, une trentaine étaient opérationnelles, et une vingtaine supplémentaire en construction ; d'autres États de la côte Est des États-Unis développent des projets similaires ;
- en Allemagne⁹⁵, l'objectif est de 400 stations d'ici 2023, représentant 350 M€ d'investissements ; sur ces 400 stations, 100 sont financées de manière inconditionnelles par le consortium H2MOBILITY associant Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell et Total, avec un soutien public (50 stations financées par l'État et 50 autres *via* des programmes européens) ; à fin 2016, 20 stations sont opérationnelles ;
- au Japon, en 2016, environ 80 stations étaient opérationnelles, avec un objectif de 160 stations et 40 000 véhicules en 2020⁹⁶.

En France, 40 stations sont financées et prévues à horizon 2018. Mi-2015, huit stations étaient opérationnelles. La France – et ses constructeurs – semblent donc moins offensifs sur ce type de

⁹⁴ Article 41 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

⁹⁵ H2ME, Germany, *H2 MOBILITY targets 400 hydrogen fueling stations by 2023*, mai 2016.

⁹⁶ 96 Japan Times, *Japan eyes 40,000 fuel-cell cars, 160 hydrogen stations by 2020*, mars 2016.

motorisations. Un rapport de septembre 2015⁹⁷ recommande de développer un soutien public adapté.

L'État va prochainement publier une « *stratégie pour le développement de la mobilité propre* », notamment dans le but de fixer un cadre d'action national pour le développement du marché relatif aux carburants alternatifs et le déploiement des infrastructures correspondantes⁹⁸. La stratégie de la France s'inscrit dans le cadre plus large défini par l'Union européenne en vue de coordonner entre les États membres le déploiement des infrastructures requises pour l'utilisation de carburants alternatifs aux carburants fossiles⁹⁹. Les États membres sont ainsi tenus d'établir une stratégie nationale sur le déploiement des infrastructures pour carburants alternatifs et d'en rendre compte à la Commission européenne avant le 18 novembre 2019. Cette stratégie devra rechercher un équilibre entre les diverses options technologiques possibles.

• Impacts sur le système de production et de distribution d'électricité

Un autre argument pesant en défaveur de la coexistence à moyen/long terme de véhicules électriques à batterie et à hydrogène est celui du coût complet des infrastructures de recharge. En effet, les bornes de recharge installées aujourd'hui se font à système de distribution constant, donc à coût marginal. Selon les industriels rencontrés, la prise en compte des coûts complets modifie les équilibres économiques, en renchérissant notablement le coût d'installation d'une borne.

⁹⁷ CGEDD/CGEJET, *Filière hydrogène-énergie*, septembre 2015.

⁹⁸ Article 40 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015.

⁹⁹ Directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs.

De plus la recharge des véhicules électriques se fait de manière non planifiée et peu amplifier la pointe électrique (cas typique du véhicule commençant à se charger le matin, à l'heure de début du travail dans les entreprises, et à 19 heures, à l'heure du retour au domicile des travailleurs). Si des systèmes de *smart grids* peuvent largement lisser cette pointe intra-journalière, la production d'hydrogène, aisément stockable, peut quant à elle permettre d'absorber des pointes de production des énergies renouvelables et participer de manière significative à la stabilisation du réseau électrique.

2.4.2.3. Nécessité d'une réglementation des émissions et d'une politique d'incitations basée sur des obligations de résultats et non de moyens, adoptant une approche la plus globale possible

Aujourd'hui, les normes techniques d'émissions EURO sont différenciées par type de motorisation (essence ou diesel) : les valeurs limites d'émission sont globalement plus élevées pour les moteurs diesel, notamment depuis l'introduction des « facteurs de conformité » (cf. 1.2). Si ce type de différenciation semble pouvoir se justifier de manière transitoire pour permettre aux constructeurs d'adapter leur outil de production et de développer les technologies adaptées, il semblerait logique d'adopter à terme une obligation pure de résultats, sans différenciation sur les moyens technologiques utilisés. Cela est rendu possible par le fort rapprochement constaté entre essence et diesel depuis la norme EURO 6. Cette convergence réglementaire fait partie des discussions en cours au niveau européen pour la norme EURO 7.

Plus généralement, cette logique globale de résultats semble devoir également s'imposer pour les émissions de particules fines. Aujourd'hui, les normes d'émissions concernent uniquement les gaz d'échappement, là où la littérature scientifique tend à prouver que,

dans les véhicules modernes, l'échappement ne représente qu'environ 5 % des émissions totales de particules fines (cf. 2.4.1). Il conviendrait donc d'établir des normes prenant en compte la totalité des émissions.

De même, s'agissant des véhicules électriques ou à hydrogène, l'équation environnementale est complexifiée par l'hétérogénéité des mix énergétiques de la production d'électricité selon les pays (cf. 2.4.2.1). Les enjeux environnementaux liés à la production et au retraitement des batteries lithium-ion doivent également être pris en compte¹⁰⁰.

Les véhicules électriques à batterie sont aujourd'hui en production de masse, ce qui n'est pas vraiment le cas des véhicules à hydrogène (malgré quelques contre-exemples comme la Toyota Mirai). Des gains d'échelles économiques sont donc probablement encore à attendre concernant les véhicules à hydrogène : le département américain des transports prévoit ainsi une division par quatre à cinq du coût des piles à combustible d'ici 2020¹⁰¹. Ainsi, au vu des incertitudes pesant sur l'adoption du véhicule électrique ou à hydrogène, il semblerait logique d'adopter une approche prudente et équilibrée, notamment en matière de choix d'infrastructures (cf. 2.4.2.2).

¹⁰⁰ Voir en ce sens le rapport de l'Environmental Protection Agency (EPA) américaine, *Application of Life-Cycle Assessment to Nanoscale Technology: Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles*, avril 2013.

¹⁰¹ McKinsey, *assessing hydrogen's future role in powering passenger cars*, 2016.

Proposition n° 7 : Réglementer les émissions selon des mécanismes incitatifs fondés sur une logique globale de résultats, ne prescrivant pas de choix technologiques.

Qu'elles soient impératives ou incitatives, les règles en matière d'émissions devraient se fonder sur une exigence de résultats, sans favoriser un choix technologique plutôt qu'un autre. À court terme, il serait souhaitable d'accélérer la convergence des normes d'émissions pour les motorisations diesel et essence (dans les prochaines normes EURO), en concertation avec les industriels – en fonction notamment des écarts constatés entre émissions en situation réelle et émissions en situation de test.

De plus, tout en conservant les plafonds actuels d'émissions véhicule par véhicule, des objectifs plus contraignants d'émissions de particules et d'oxydes d'azote (NOx) pourraient être fixés en moyenne pour les voitures mises sur le marché chaque année par un constructeur donné, comme c'est le cas en matière de CO₂. Cela permettrait à chaque constructeur de trouver le meilleur mix de technologies pour réduire globalement les émissions de sa flotte, et donc améliorer plus rapidement la qualité de l'air dans les villes.

S'agissant plus particulièrement des particules fines, les régulations d'émission devraient intégrer la totalité des sources d'émissions de particules et non seulement l'échappement, qui ne représenterait que 5 % des émissions directes et indirectes des véhicules récents (contre deux tiers des émissions dus à la remise en suspension des particules fines).

De manière plus prospective, il serait souhaitable d'encourager davantage et de manière équilibrée les technologies les plus prometteuses (hybride essence - diesel, hydrogène, électrique, etc.), en adoptant une logique de coûts complets (y compris concernant l'infrastructure de distribution d'électricité), et une approche globale, du puits à la roue et sur l'ensemble du cycle de vie (question du recyclage des batteries notamment).

LE DÉFI ÉCONOMIQUE

Le secteur automobile occupe une place centrale dans l'industrie, l'emploi et la recherche en France. En 2015, la filière automobile française représentait 440 000 salariés en France¹⁰² (en équivalent temps plein), dont près de la moitié appartenant au noyau de la filière (à savoir les constructeurs ou motoristes, les équipementiers et les carrossiers). Elle induisait indirectement 2,1 millions d'emplois supplémentaires selon la CCFA¹⁰³, notamment via les métiers liés à l'usage du véhicule (vente, après-vente, location, etc.) ou ceux liés à la mobilité (transport routier de marchandises, transport de voyageurs, etc.). Le secteur automobile représente 16 % du chiffre d'affaires de l'industrie manufacturière française.

Les constructeurs automobiles dépensent l'équivalent de leur valeur d'entreprise, en R&D et investissements de capital, en 4,1 ans en moyenne. Les autres industries font de même en 20 ans. Ces investissements continuent à croître : les dépenses d'investissement et de R&D des principaux constructeurs sont passée de 76 Md€ en 2010 à 137 Md€ en 2015, soit près d'un doublement en seulement 5 ans.

¹⁰² Ministère de l'Économie et des Finances, 2016.

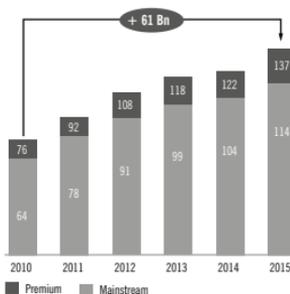
¹⁰³ CCFA, *Analyses et statistiques 2016*.

Graphique 9 : Dépenses d'investissement et de R&D des principaux constructeurs

Principales réglementations

CO₂	<p>Le plus dur est à venir</p> <ul style="list-style-type: none"> Évolutions de – 200 à – 100 g entre 2000 et 2020 qui demandent une optimisation des motorisations traditionnelles Passer en dessous de 100 g en Europe et de 120 g en Chine ou aux USA demandera un déploiement massif des motorisations électriques, et des concepts différents de véhicules La transition vert le cycle WLTP ajoutera à des efforts d'investissement déjà forts
Pollution locale	<p>Quel retour sur investissement pour les modules de dépollution Diesel ?</p> <ul style="list-style-type: none"> Les normes vont devenir plus radicales avec des réglementations RDE susceptibles de demander des solutions doubles coûteuses de types SCR/pièges à NOx Les forts coûts de développement de ces technologies pourraient ne pas être couverts par les ventes du fait du recul de cette motorisation, dont la réputation a souffert

Dépenses de CAPEX et R&D des principaux constructeurs¹
Mds€²



- Mainstream** : FCA, Ford, GM, Honda, Hyundai, Kia, Nissan, PSA, Renault, **Premium** : BMW, Daimler Cars.
- Convertis à partir des taux de change 2010 (moyenne janvier - décembre 2010)

Source : A.T. Kearney.

Les nouvelles entreprises de mobilité (Blablacar, Zenpark, etc.) sont génératrices d'emploi – bien que reposant souvent sur des modèles peu intensifs en main d'œuvre – et, plus largement, d'activité économique, en favorisant la circulation des personnes. Les nouvelles technologies de l'automobile (électronique avancée, traitement de données massives, etc.) créent elles aussi de nouveaux emplois, souvent fortement qualifiés.

Cette dynamique d'innovation peut être bénéfique à tous, dès lors que les entreprises françaises parviennent à anticiper les transformations de la chaîne de valeur, et que les pouvoirs publics créent les conditions d'un développement du véhicule du futur sur le territoire national.

3.1. Le développement de la voiture du futur va transformer la chaîne de valeur et faire émerger de nouveaux acteurs

3.1.1. De nouvelles technologies

3.1.1.1. Chaîne de valeur historique : évolution des motorisations

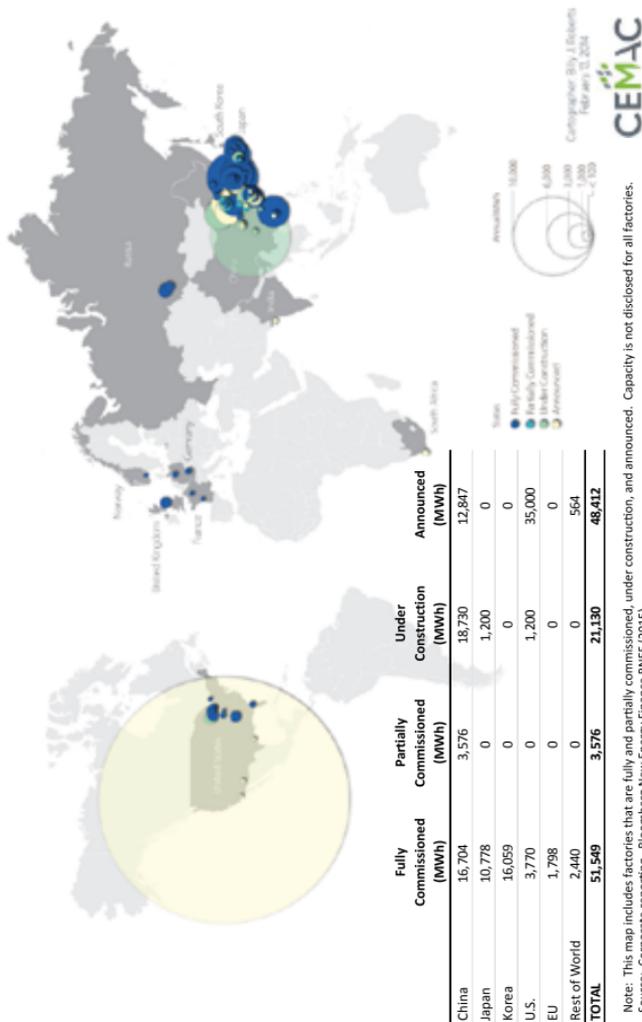
L'industrie des moteurs automobiles évolue rapidement, sous l'effet notamment des préoccupations – et des normes – environnementales qui incitent à concevoir une motorisation « *zéro émission* ». Dans la pratique, cela se traduit à la fois par l'amélioration des technologies existantes (moteurs thermiques, essence et diesel, hybrides) et par le développement de nouvelles formes de motorisation (électrique, hydrogène, etc.).

Le perfectionnement des moteurs thermiques a tendance à renforcer notre économie, les constructeurs français étant naturellement positionnés sur ce marché. En revanche, l'essor de nouveaux types de moteurs – électrique en particulier – bénéficie à d'autres filières industrielles, souvent peu développées en France. Ainsi, la fabrication de batteries électriques (et l'exploitation du lithium, qui en est aujourd'hui la matière première dominante) est largement localisée en Asie, et notamment au Japon¹⁰⁴. Notons que le projet d'usine géante de batteries annoncé par Tesla pourrait rééquilibrer ce marché¹⁰⁵, mais pas en faveur de l'Europe ni de la France.

¹⁰⁴ Panasonic est le leader de ce marché, grâce notamment aux partenariats avec Tesla et Volkswagen, voir *EV Obsession* (2016), TOP 10 EV Battery Manufacturers (Q1 2015), evobsession.com.

¹⁰⁵ Projet de « *Gigafactory* » dans le Nevada.

**Graphique 10 : Capacités de production de batteries automobiles
Lithium Ion dans le monde en 2015**



Cela représente un enjeu industriel et économique important, car le bloc batterie d'un véhicule électrique constitue près du tiers de son prix à l'achat¹⁰⁶. Pour les constructeurs français, le risque est de voir une part croissante de la valeur ajoutée des véhicules leur échapper.

Par ailleurs, les moteurs électriques, de conception plus simple que les moteurs thermiques, constituent une barrière à l'entrée moindre pour de nouveaux acteurs dans le marché de la construction automobiles. L'entreprise Tesla en est un parfait exemple, même si celle-ci, jusqu'ici cantonnée à un marché de niche, commence aujourd'hui à subir les difficultés associées à une production de masse¹⁰⁷.

S'agissant du véhicule à hydrogène, il reste aujourd'hui à un stade largement expérimental, mais les investissements massifs de grands acteurs et les engagements pris par certains États permettent d'envisager une montée en puissance dans les années qui viennent. Les principaux freins à ce déploiement sont aujourd'hui financiers. Ces véhicules souffrent en effet d'un prix dissuasif, qui lui-même s'explique par le faible volume de production, qui ne permet pas de couvrir les coûts fixes. Il sera de plus nécessaire de déployer des infrastructures de distribution d'hydrogène (cf. 2.4.2.2). La situation sera différente dès lors que des *early adopters* auront amorcé la dynamique de production à grande échelle.

¹⁰⁶ Y. Rousseau, *Voiture électrique : la bataille des batteries est lancée*, lesechos.fr, 2016.

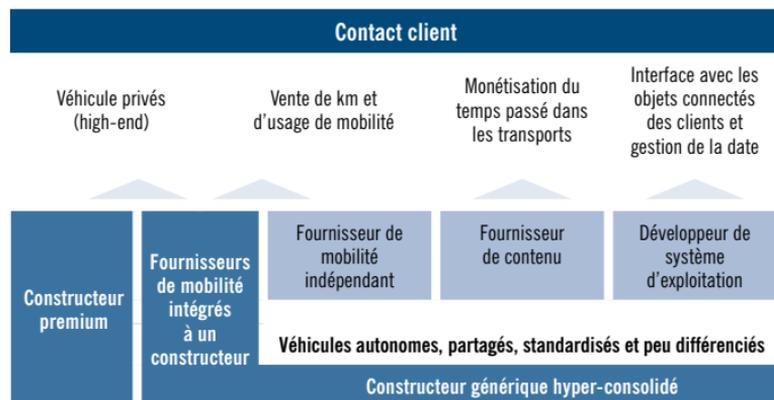
¹⁰⁷ L'entreprise californienne, qui prévoit de construire plus de 500 000 véhicules en 2018, soit plus de dix fois sa production de 2015, s'est illustrée à plusieurs reprises au cours des trois dernières années par des délais de mise en production rallongés et des retards de livraisons sur certains de ses modèles (voir en ce sens, *Tesla, les promesses non tenues d'Elon Musk*, Les Echos, août 2016 et *Tesla brings its output targets forward by two years*, Financial Times, mai 2016).

3.1.1.2. Le numérique constitue un nouveau segment de valeur

La chaîne de valeur du véhicule connecté dépasse le seul cadre de l'industrie automobile. Elle s'ouvre aux acteurs de l'électronique, des services digitaux, des télécommunications. La place que trouvera chacun au sein de cette chaîne réinventée est encore à définir, et conduira à une lutte vigoureuse entre industriels. Il existe un risque évident pour les constructeurs de capture des segments à haute valeur ajoutée par d'autres types d'entreprises.

Plus précisément, l'acte de consommation pourrait à l'avenir consister à acheter un service *via* une plateforme présente sur toutes les marques de véhicules (par exemple : télévision à la demande ou jeu vidéo pour les passagers), le véhicule lui-même étant relégué au statut de simple « contenant ».

Graphique 11 : L'enjeu du contact client dans un véhicule du futur transformé



Source : A.T. Kearney.

Tableau 3 : Exemples de nouveaux entrants sur la chaîne de valeur automobile

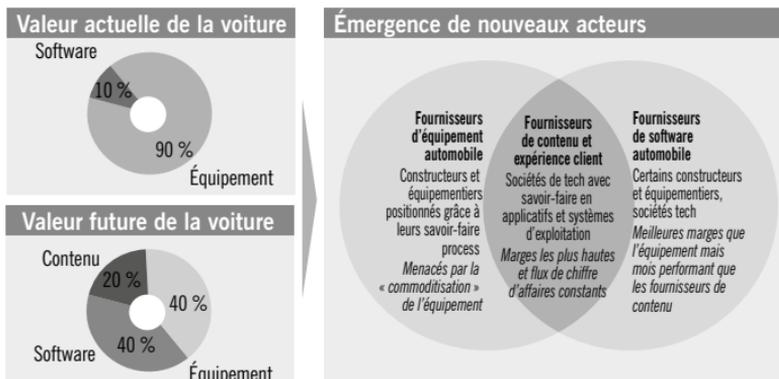
Position sur la chaîne de valeur	Secteur du nouvel entrant	Acteurs	Description de l'activité	Maturité
Équipement automobile	Semi-conducteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Intel 	<ul style="list-style-type: none"> • Offre de solutions de télématique • Développement de technologies d'autonomie du véhicule 	<ul style="list-style-type: none"> • Annonce en novembre 2016 d'investissements de l'ordre de 250 M sur 2 ans dans les technologies de conduite autonome • Prise de participation dans Here, spécialiste de la cartographie numérique
		<ul style="list-style-type: none"> • Nvidia 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de systèmes dédiés au véhicule autonome et assisté, en particulier via l'intelligence artificielle 	<ul style="list-style-type: none"> • Multiples partenariats avec des constructeurs et équipementiers (Valeo, Audi)
	Digital / Electronique	<ul style="list-style-type: none"> • Apple (en partenariat avec T. elogis) • Google 	<ul style="list-style-type: none"> • Apple, Google : développement de systèmes et applications dédiées à la mobilité : Carplay, Navigation, Android Auto 	<ul style="list-style-type: none"> • Annonce en novembre 2015 d'un partenariat Apple/telegis, spécialiste des solutions de gestion de flottes
		<ul style="list-style-type: none"> • Panasonic 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement dans les systèmes de capteurs, d'intelligence artificielle, navigation, habitacle 	<ul style="list-style-type: none"> • Annonce en mai 2016 d'un objectif de croissance de 3.6 milliards de dollars en 2 ans sur les nouvelles technologies automobiles)
		<ul style="list-style-type: none"> • Samsung 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement des solutions hardware pour véhicules connectés 	<ul style="list-style-type: none"> • Acquisition de Harman (spécialiste de l'équipement automobile de haute technologie) en 2016
	Pétrole / Carburants	<ul style="list-style-type: none"> • Shell • Aral (BP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement d'applicatifs permettant de réduire la consommation de carburant 	<ul style="list-style-type: none"> • Première commercialisation en 2013
		Plateformes de transports à la demande	<ul style="list-style-type: none"> • Uber via Otto 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de poids lourds autonomes sur autoroute
	Logistique		<ul style="list-style-type: none"> • DHL via Street Scooter GmbH 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrication de véhicule électriques commerciaux

Source : A. T. Kearney.

Il est ainsi possible d'imaginer un marché à deux vitesses, où seuls les constructeurs haut de gamme parviendraient encore à générer de la valeur par le seul véhicule, les autres constructeurs proposant des voitures peu coûteuses et peu différenciées. Dans ce dernier cas, la valeur serait principalement captée par les services à bord, tirant profit du temps d'attention disponible des passagers du véhicule, ou encore par les « offreurs de mobilité », mettant des flottes de véhicules à disposition des personnes qui souhaitent se déplacer.

Dans un véhicule, la valeur est aujourd'hui créée à 90 % par l'infrastructure (« *hardware* ») et à 10 % par le logiciel (« *software* »). Demain, l'infrastructure pourrait ne représenter plus que 40 % de la valeur, le logiciel comptant pour 40 % et les contenus pour 20 %.

Graphique 12 : Évolution possible de la valeur du véhicule et impact sur la chaîne de valeur



Source : A. T. Kearney.

Aujourd'hui, la valeur créée par cette nouvelle complexité du véhicule est captée par les constructeurs et les équipementiers en grande majorité. Ce sont eux qui développent quasi-exclusivement les structures électroniques et électriques des véhicules, les équipements de télématique, de sécurité active, etc.

Encadré 6 : Le développement des services embarqués

On estime ainsi que les services connectés (cartographie et guidage, applications exploitant les données du véhicule, *infotainment* comme Netflix ou Spotify, etc.) pourraient atteindre les 100 milliards de dollars en 2030. À titre de comparaison, la totalité des revenus récurrents liés à l'utilisation du véhicule (services connectés et nouvelles solutions de mobilité) s'élève aujourd'hui à environ 30 milliards de dollars¹⁰⁸. L'enjeu pour les entreprises est donc de pénétrer dans le véhicule.

Le système d'exploitation des véhicules reste pour le moment du ressort des constructeurs. Les acteurs issus de l'électronique et du digital – Google, Apple – sont pour leur part principalement positionnés sur les systèmes liés à l'*infotainment* et aux solutions qui viennent s'ajouter aux systèmes développés par les constructeurs sous des marques telles qu'Apple Carplay ou Android Auto. Sur ce type de services, ils sont à la fois en concurrence et en partenariat avec les constructeurs et équipementiers traditionnels :

- en concurrence d'une part, car ils se substituent, pour certains usages, aux systèmes d'origine des véhicules, sans toutefois les remplacer, car seuls ces systèmes propriétaires accèdent

¹⁰⁸ McKinsey, *Automotive revolution – perspective towards 2030*, 2016.

aux données internes de fonctionnement du véhicule et aux fonctions de conduite ;

- en partenariat d'autre part, car seuls les constructeurs peuvent intégrer ces nouvelles solutions au sein de leurs véhicules, et parce que ces derniers nouent des accords avec les acteurs du digital ; par exemple, Renault s'appuie sur une collaboration étroite avec Microsoft pour ses véhicules connectés depuis septembre 2016¹⁰⁹.

Tout l'enjeu pour les constructeurs est donc de conserver une relation privilégiée avec le passager. Les nouvelles plateformes ont en effet un rôle de prescripteur, et peuvent orienter l'utilisateur vers un prestataire ou un service donné, qui n'est pas nécessairement celui qu'aurait privilégié le constructeur. Notamment, le contrôle du système d'autodiagnostic du véhicule et de recommandation d'un centre d'entretien aura un impact majeur sur l'activité des réseaux de garages. Des acteurs comme Mobivia (marques Norauto et Midas notamment) l'ont d'ailleurs compris et développent des boîtiers connectés, complémentaires du système de base des véhicules, et susceptibles d'orienter l'utilisateur dans ses choix de consommation.

Ces modèles de monétisation de l'attention des passagers connaîtront vraisemblablement un tournant majeur à l'arrivée du véhicule autonome. Le conducteur devenant de fait un passager comme un autre, il sera libéré de la nécessité de porter toute son attention sur la conduite, au profit de diverses autres activités (visionnage de films, navigation sur internet, etc.).

¹⁰⁹ Microsoft, *Renault-Nissan et Microsoft s'allient pour préparer l'avenir de la conduite connectée*, Microsoft.com, 2016.

La forte croissance de la valeur ajoutée liée aux systèmes électroniques suscite l'intérêt de nouveaux acteurs – souvent solidement implantés dans d'autres secteurs –, qui accélèrent parfois leur montée en puissance par des acquisitions d'entreprises historiques du secteur automobile. Panasonic a ainsi acquis 49 % de l'équipementier spécialiste des appareillages électroniques Ficosa pour environ 275 M\$, en 2014, et Samsung a pris le contrôle de l'équipementier Harman, spécialiste des systèmes de véhicule connecté – télématique, cyber-sécurité, systèmes audio – pour 8 Md\$ en novembre 2016¹¹⁰.

Cela préfigure vraisemblablement une entrée massive des grands acteurs du digital et de l'électronique sur le marché de l'équipement automobile. La force de frappe financière de ces entreprises est une menace pour les acteurs traditionnels. Apple détiendrait ainsi une trésorerie d'environ 200 milliards de dollars, soit 5 fois la capitalisation boursière de Renault et Peugeot réunies.

L'enjeu pour les acteurs traditionnels sera de maintenir leur rang. Un de leurs principaux atouts sera leur expérience en matière de sécurité et de fiabilité. L'industrie automobile tire en effet sa crédibilité de sa capacité à produire des véhicules sûrs, le moindre dysfonctionnement pouvant avoir des conséquences bien plus graves que dans d'autres secteurs.

D'un point de vue économique, l'enjeu pour la France est de préserver sur son territoire des entreprises à forte valeur ajoutée. Elle compte en effet des constructeurs et des équipementiers dynamiques et compétitifs à l'international, mais pas de géant de l'électronique ou

¹¹⁰ Samsung, Press release, Nov. 14th 2016, Samsung.com

du digital capable de faire face aux leaders mondiaux nord-américains (Google, Apple, etc.) ou asiatiques (Samsung, etc.).

Notons que le développement des véhicules connectés aura des effets sur d'autres secteurs économiques, et notamment sur l'assurance, avec plusieurs effets combinés :

- au sein de la palette de services connectés, on compte des fonctions d'assistance à la conduite (freinage d'urgence, maintien de la trajectoire, etc.) qui peuvent réduire fortement la sinistralité automobile, et donc les coûts pour les assureurs. Toutefois, dans un contexte d'intensité concurrentielle forte, les réductions de sinistralité se reportent pour partie sur les primes prélevées auprès des usagers afin de préserver la compétitivité, réduisant ainsi le volume d'affaires des sociétés d'assurance ;
- cette réduction du volume d'affaire sera partiellement compensée par une augmentation des offres liées aux cyber-risques, qui commencent à se développer et devraient monter en puissance dans les années à venir ;
- ce mouvement va par ailleurs induire une forte homogénéisation de la sinistralité, la technologie contribuant à réduire l'écart entre les bons et les mauvais conducteurs. Cela pourrait limiter l'utilité de la tarification comportementale (« *pay how you drive* »), sur laquelle les assureurs ont pourtant beaucoup investi ces dernières années.

Un autre secteur touché par la numérisation de la mobilité est celui de l'entretien automobile. Les réseaux devront s'adapter à des véhicules capables de générer automatiquement un diagnostic de leur état, de l'usure de leurs composants, voire de leurs besoins en réparation. Ces changements devront entraîner une adaptation des compétences. Les salariés spécialisés en mécanique ne seront plus

capables de prendre seuls en charge des véhicules informatisés, ce qui nécessitera un important effort de formation et de recrutement.

Les nouvelles motorisations, hybrides, électriques et éventuellement pile à combustible, demanderont elles aussi une adaptation des compétences et des formations complémentaires : outre la capacité à comprendre et entretenir ces motorisations, il y a une problématique de sécurité puisque le risque est de nature différente d'une motorisation à l'autre.

3.1.2. De nouveaux usages

3.1.2.1. Un marché des services en ébullition

Les nouveaux modes de mobilité répondent à des besoins spécifiques et ne constituent pas à ce stade des substituts complets au véhicule individuel. Les applications de covoiturage, Blablacar en tête, sont par exemple plus adaptées aux trajets de longue distance qu'aux navettes quotidiennes, et remplacent généralement des trajets en train ou en car plutôt qu'en voiture individuelle. Les services de taxi et VTC, qui restent coûteux, ne permettent pas non plus de se passer complètement des automobiles individuelles. Il serait donc hasardeux de prédire une réduction à court terme des achats de véhicules entraînée par un changement de pratiques, allant de la possession à l'usage pur. Le sondage réalisé pour l'Institut Montaigne confirme d'ailleurs qu'une part infime des personnes interrogées envisage de renoncer à la possession d'une voiture dans les années à venir (cf. partie 1.1.1).

Cela n'empêche pas certains acteurs économiques d'être directement touchés par l'essor de ces nouveaux usages. Il en est bien sûr ainsi

des chauffeurs de taxis, qui font face à une concurrence beaucoup plus intense.

Les loueurs professionnels sont une autre catégorie d'acteurs affectée par les nouvelles mobilités. La croissance fulgurante des solutions d'autopartage privé, par lesquelles des individus louent leur véhicule à d'autres individus pour un prix inférieur à celui pratiqué par les loueurs, s'est faite au détriment des professionnels du métier. Interrogés sur les modes de transport touchés par l'autopartage entre particuliers, 35 % des utilisateurs estiment par exemple utiliser moins fréquemment les locations traditionnelles depuis leur souscription à ces services¹¹¹. Il existe toutefois une certaine complémentarité entre les deux offres et donc potentiellement un équilibre : les services professionnels, plus chers mais plus prévisibles (tant en disponibilité qu'en niveau de service), sont par exemple plus adaptés aux demandes de dernière minute et aux locations dans le cadre professionnel. Cette complémentarité s'illustre dans les partenariats développés : Avis a fait l'acquisition de Zipcar en 2013, et à l'inverse certains acteurs de l'autopartage comme Drivy essayent d'intégrer les véhicules de loueurs professionnels au sein de leur offre.

Ces nouvelles mobilités, qu'il s'agisse de covoiturage ou d'autopartage, ont également un impact sur le monde de l'assurance. Ces solutions augmentent le taux d'utilisation des véhicules. Les véhicules partagés (par le biais de solutions d'autopartage entre particuliers, par exemple), circulant davantage, sont plus exposés au risque. Cela invite les assureurs à faire évoluer leurs offres pour prendre en compte la transformation du risque. Les véhicules mis à disposition par Drivy

¹¹¹ Ademe, *Enquête nationale sur l'autopartage entre particuliers*, 2015.

sont ainsi automatiquement assurés par un contrat avec Allianz, qui vient se substituer au contrat d'assurance du véhicule pour la durée de la location. Le développement du covoiturage, lui, aura un effet ambivalent sur le risque : il pourrait à terme conduire à une réduction du nombre de véhicules en circulation (et donc du nombre d'accidents), mais pourrait accroître la gravité des accidents (qui risqueraient de faire davantage de victimes). En conséquence, les assureurs pourraient un jour devoir moduler les primes selon le nombre de passagers du véhicule.

3.1.2.2. Des modèles économiques à consolider

Les fournisseurs de service de VTCs peinent à devenir rentables. Uber par exemple enregistre des pertes de l'ordre de 2 Md\$ par an¹¹². Cette situation instable pousse ces acteurs à accélérer le développement de véhicules autonomes, qu'ils estiment capables de les amener vers la rentabilité. Selon une analyse de Citi Group, ce pari technologique pourrait être gagnant : avec des voitures autonomes, les services de VTCs seraient rentables à partir d'un prix de 0,52 dollar au mile, soit environ trois fois moins que le tarif actuellement pratiqué¹¹³.

Ces perspectives pourraient entraîner de nombreux acteurs à se positionner comme opérateurs de flottes de véhicules, sans qu'il soit possible aujourd'hui de savoir qui gagnera cette « ruée vers l'or » :

- grands acteurs du digital (Google, Apple, Facebook, Amazon en particulier). Cumulant des savoir-faire dans l'exploitation de volumes de données gigantesques, des compétences en intelligence artificielle et une capacité à investir massivement pour développer une tech-

¹¹² J. Marin, *Les pertes d'Uber se creusent : un milliard de dollars en six mois*, lemonde.fr, 2016.

¹¹³ Citi, *Car of the Future v3.0*, 2016.

nologie, ces acteurs sont bien positionnés. Ils disposent par ailleurs d'un accès direct à un nombre très important d'usagers et fonctionnent déjà en réseaux ;

- fournisseurs de service de transport à la demande (Uber, Lyft, Chauffeur privé, etc.). Ils disposent de la plus forte expérience en gestion des itinéraires en ville, via des algorithmes de planification des courses et d'ajustement de l'offre et de la demande. Les données accumulées ne font qu'accroître cet avantage, de même que la possibilité d'expérimenter des voitures autonomes en conditions réelles à grande échelle (ce qui leur permettra également de déployer des véhicules autonomes au côté de voitures classiques et donc d'opérer une transition fluide d'un modèle vers un autre) ;
- constructeurs automobiles. Cela s'inscrit dans une logique d'investissement dans les services de mobilité, qui est déjà engagée (PSA et Renault ont récemment lancé une marque dédiée à ces activités). Leurs principaux atouts dans cette course seront la connaissance du véhicule, mais aussi celle du conducteur et de ses habitudes (via les données collectées). Une bonne partie des constructeurs ont ainsi annoncé leur plan de produire en série des véhicules autonomes ;
- sociétés de transport urbain (Keolis, RATP). Le véhicule autonome permettrait d'abaisser les coûts d'exploitation, et donc d'ouvrir des lignes de transport dans des zones peu denses.

Encadré 7 : Vers un véhicule autonome ?

La conception d'un véhicule autonome nécessite plusieurs savoir-faire clés : développement des capteurs, analyse des données ainsi collectées, prise de décision (intelligence artificielle) et pilotage du véhicule (robotique).

L'un des freins actuels au développement de voitures autonomes est le manque de fiabilité des capteurs utilisés (caméras, radars, lasers, etc.), qui ne permet pas de reconstituer de façon précise – et donc sûre – l'environnement.

Un autre frein tient aux limites actuelles des systèmes d'intelligence artificielle et de *deeplearning*. Ceux-ci devront à terme être capables de traiter des situations extrêmement diverses, et de faire face à de multiples imprévus (notamment dans les pays moins développés, où les infrastructures routières peuvent être moins développées et moins standardisées).

Selon AT Kearney, la plupart des constructeurs automobiles envisagent une commercialisation massive de véhicules autonomes de niveaux 3 et 4 pour les années 2020-2021.

3.1.3. D'indispensables investissements publics

L'émergence de nouvelles technologies et de nouveaux usages doit être accompagnée par les pouvoirs publics. Ceux-ci peuvent encourager le développement de la voiture du futur de façon directe (achat de bus à faible émission) et indirecte (mise en place de bornes de recharge pour les voitures électriques).

S'agissant des investissements en infrastructures, les pouvoirs publics peuvent très bien conclure des partenariats avec des acteurs privés – même s'ils jouent dans tous les cas un rôle essentiel, ne serait-ce qu'en autorisant le déploiement de ces infrastructures. Ainsi, par exemple, Tesla met par exemple en place ses propres bornes de recharge pour les véhicules électriques, et Air Liquide a installé une station à hydrogène dans Paris.

3.2. La France a les atouts pour inventer la mobilité de demain

3.2.1. Encourager l'innovation en permettant l'expérimentation grandeur nature

Les secteurs de l'automobile et de la mobilité sont aujourd'hui caractérisés par un foisonnement d'innovation. Ils doivent cependant affronter une concurrence internationale de forte intensité, où certains géants (Uber, Google, etc.) menacent d'établir des positions hégémoniques, difficiles à remettre en cause.

Tout l'enjeu est donc de stimuler l'innovation, puis de parvenir à la transformer en produit commercial, diffusé à très grande échelle.

Pour ce faire, la meilleure solution consiste à encourager l'expérimentation, et à permettre aux entreprises de tester leurs idées en conditions réelles. Cela permet en effet de paralléliser les phases de recherche et de développement, en transformant rapidement une innovation en un dispositif opérationnel.

Sur ce plan, plusieurs États ont autorisé l'expérimentation de nouvelles technologies (véhicules connectés, véhicules autonomes) en conditions réelles, dans des zones de circulation par ailleurs ouvertes au public. Une telle approche, qui permet d'accélérer l'innovation, gagnerait à être adoptée en France.

Par ailleurs, le fait d'ouvrir des zones d'expérimentation à tous les acteurs (*start-ups* du numérique, grands constructeurs, entreprises publiques de transport) leur permet d'apprendre à travailler ensemble et les incite à développer des solutions cohérentes. Cela garantit aussi que les nouvelles solutions seront mieux appréhendées par les pouvoirs publics, qui pourront donc mieux jouer leur rôle, tant en matière d'adaptation de la réglementation que d'investissement public.

Proposition n° 8 : Comblent le retard français en matière d'expérimentation de véhicules autonomes en conditions réelles. Pour ce faire, associer dans une logique d'innovation ouverte les différents acteurs de la mobilité (constructeurs, *start-ups*, opérateurs de transport, pouvoirs publics, etc.) afin de développer davantage de lieux et de programmes d'expérimentation et faciliter le financement des innovations.

L'expérimentation est indispensable à l'innovation, et tester des technologies dans des conditions proches de la réalité permet d'accélérer l'apprentissage. Des sites d'expérimentation ont déjà été créés ou sont en cours d'installation en Europe, y compris en France. Certains pays comme l'Allemagne (portions d'autoroutes équipées d'infrastructures spécifiques – signalisation routière notamment – permettant de faire rouler des véhicules connectés) et les États-Unis (tests conduits par Uber à Pittsburgh) sont cependant plus avancés, car ils prévoient des dispositifs de tests en conditions réelles, intégrés aux infrastructures existantes. Il est indispensable de faire de même en France, afin de combler tout retard technologique qui émergerait.

La participation des pouvoirs publics – locaux et nationaux – à ces expérimentations est importante, car elle leur permettrait de mieux anticiper les innovations à venir et leurs conséquences, tant en matière de réglementation que de politique d'urbanisme. L'ouverture de ces zones devrait bien sûr se faire dans des conditions de sécurité maximales (zones cartographiées spécifiquement, usage des véhicules uniquement en conditions favorables – météo, lumière, etc.).

Le développement d'un véritable écosystème d'innovation permettra par ailleurs de stimuler l'investissement, notamment le capital-risque, c'est-à-dire dans les sociétés (*start-ups*) n'ayant pas encore atteint leur point d'équilibre. Les initiatives mettant en relation les différents acteurs – incubateurs, pôles d'innovation – peuvent ici jouer le rôle de catalyseur.

3.2.2. Préparer les transformations du marché du travail pour éviter « l'uberisation »

Le rapide développement d'Uber dans le monde a ébranlé le secteur des taxis. Par la même occasion, il a laissé entrevoir les profondes – et soudaines – mutations du marché du travail que la voiture du futur pourrait engendrer. Ce phénomène est à la fois quantitatif et qualitatif.

Sur le plan quantitatif, les nouvelles technologies et les nouveaux usages vont détruire certains emplois et en créer d'autres. Dans le cas d'Uber, entre 2012 et 2015, le nombre de taxis est passé en France de plus de 16 500 à environ 18 000¹¹⁴, alors même que le nombre de chauffeurs Uber passait de zéro à environ 15 000¹¹⁵. Des évolutions beaucoup plus radicales pourraient survenir dans le futur, notamment lorsque des voitures intégralement autonomes seront commercialisées : les métiers du transport pourraient alors disparaître.

¹¹⁴ Facta, *Taxis et VTC dans les grandes métropoles, le cas parisien*, 2016.

¹¹⁵ A. Landier, D. Szomoru, D. Thesmar, pour Indef/Uber, *Travailler sur une plateforme internet ; une analyse des chauffeurs utilisant Uber en France*, 2016.

Le sondage réalisé par Kantar pour l'Institut Montaigne indique que 65 % des Français estiment que le véhicule autonome aura un impact positif sur l'emploi. Cette perception domine aussi en Allemagne (63,2 %) et en Californie (57,5 %), dans une moindre mesure. Les mutations sont également qualitatives : la nature des métiers et leurs conditions d'exercice pourraient être affectées. L'exemple du chauffeur Uber illustre peu l'évolution du métier – qui reste très proche de celui de chauffeur de taxi – mais traduit tout de même des transformations importantes : relation complexe avec la plateforme, qui peut imposer unilatéralement des augmentations de prélèvements à leurs chauffeurs ou les exclure du service sans que s'exerce un quelconque contrôle ; régime fiscal et social encore mal défini, etc. D'autres métiers changeront plus profondément, notamment dans l'industrie, où les compétences requises ne seront plus les mêmes qu'auparavant : la fabrication d'un moteur électrique diffère très largement de celle d'un moteur thermique.

144

Ces changements seront plus rapides et plus larges que ce que l'on imagine spontanément, par exemple :

- Tesla vend ses voitures en direct, sans avoir besoin de concessions ; cela est possible car les voitures électriques nécessitent beaucoup moins de maintenance les cinq premières années que les voitures thermiques ; en France, environ 13 % des emplois (soit plus de 3 millions de personnes¹¹⁶) sont dans le secteur de la vente et de la réparation d'automobiles et sont donc concernés par cette mutation ;
- avant que les véhicules ne soient autonomes dans toutes les situations, ils seront capables de conduire seuls sur l'autoroute ; cela met en danger à plus court terme tous les emplois du transport

¹¹⁶ INSEE 2014.

longue distance (autocar et transport de marchandise), soit environ 170 000 emplois concernés par le fret routier interurbain¹¹⁷, et quelques milliers pour le transport de passagers ; la *start-up* Otto, filiale d'Uber, effectue actuellement ses premiers trajets en autonomie aux États-Unis ;

- à terme, tous les emplois du secteur du transport de personnes et de marchandise sont concernés, soit plus d'un million de personnes.

Ces transformations ne sont pas en elles-mêmes négatives, car elles portent la promesse d'une mobilité plus fluide, moins coûteuse, plus respectueuse de l'environnement, et aussi de gains de productivités qui créeront de nouvelles activités et de nouveaux emplois. Il semble donc vain de chercher à endiguer ce mouvement.

En revanche, il est essentiel d'anticiper ces mutations du marché du travail, pour préparer au mieux les salariés à ces évolutions. Par une analyse objective et réaliste des emplois voués à se transformer, et par une politique de formation – initiale et continue – mieux ciblée et plus dynamique, il serait possible d'apprendre dès aujourd'hui les métiers de demain.

¹¹⁷ CGDD, Bilan social annuel du transport routier de marchandises, chiffres 2010.

Proposition n° 9 : Anticiper les mutations du marché du travail induites par le véhicule du futur, par une politique de formation et de reconversion ambitieuse.

La stimulation de l'innovation passe par des investissements techniques mais également par des investissements dans le capital humain. Les évolutions des technologies et des usages auront un impact majeur sur l'emploi dans certains secteurs – transport de personnes et de marchandises, concessions automobiles, etc. Ces transformations sont inéluctables et porteuses d'autres types d'avantages (meilleure mobilité, gains de productivité, etc.).

Elles nécessitent d'être accompagnées par une gestion prospective et stratégique des mutations du marché du travail : la filière automobile, avec le soutien des pouvoirs publics, devrait conduire dès à présent une analyse de l'impact sur l'emploi du véhicule du futur, à la fois d'un point de vue quantitatif (nombre d'emplois menacés dans chaque secteur d'activité) et qualitatif (reconversions possibles selon les compétences). Ce diagnostic partagé permettrait d'adopter une stratégie de gestion prévisionnelle des métiers et des compétences permettant, à terme, d'éviter de futures restructurations brutales et difficiles.

3.2.3. Partager une stratégie industrielle au sein de la filière de la mobilité

Le temps des grands projets industriels portés avec plus ou moins de bonheur par l'État – filière nucléaire, TGV, etc. – est révolu. Le soutien aux nouvelles technologies de l'automobile ne passera pas par une logique planificatrice, mais par un soutien à une innovation

diffuse et décentralisée, permettant à des technologies variées de mûrir : nouvelles motorisations, fonctions d'autonomie, services numériques, nouveaux usages, etc.

En revanche, il est primordial que les acteurs français de la mobilité et de l'automobile se concertent, se coordonnent, et forment des partenariats. Il s'agit de permettre la mise en cohérence des multiples initiatives et d'aboutir à une véritable logique de filière de la mobilité.

Au-delà d'une stratégie, les acteurs doivent partager une vision, des *business models*, et réfléchir ensemble à la manière d'innover. Un bon exemple concerne les interactions entre le monde des constructeurs et le monde de la route : comment gérer la cohabitation de véhicules classiques et autonomes, et comment piloter la transition ? La voiture ne peut plus être regardée comme un simple objet, et doit plus que jamais être placée au centre d'un écosystème plus large, qui l'entoure.

Proposition n° 10 : Réunir les acteurs de la mobilité de demain dans une instance de dialogue élargie, à laquelle seront associés les nouveaux acteurs de la mobilité (par exemple en renforçant le rôle de la filière automobile et mobilités – PFA) afin de mieux anticiper l'évolution des besoins industriels.

La mobilisation de tous les acteurs français dans le but d'élaborer et de produire la voiture du futur gagnerait à être mieux coordonnée. Il existe déjà des lieux de concertation (comité stratégique de filière automobile par exemple), mais qu'il convient d'élargir.

Il est en effet primordial d'accroître le dialogue entre les grands groupes et les nouveaux entrants de la mobilité connectée et autonome, afin de favoriser une innovation en réseau. Cela permettrait de conduire rapidement de nombreuses expérimentations, tout en diffusant à grande échelle les innovations les plus convaincantes.

Les incitations à de telles coopérations pourraient être amplifiées dans le cadre de partenariats public-privé : soutien aux projets collaboratifs, concours d'innovation, etc.

CONCLUSION

Si l'on devait réunir dans un même enjeu les trois défis – sociétal, environnemental et économique – que l'automobile devra relever pour assurer son avenir, ce serait probablement celui du véhicule autonome. Certes, les avancées ne sont aujourd'hui pas suffisamment concrètes aux yeux des citoyens pour susciter un réel enthousiasme : ainsi, seul un Français sur quatre estime que la voiture autonome – qui se conduit seule – répondrait à ses besoins¹¹⁸. Néanmoins, en un seul et même objet, l'automobile de demain – si elle remplit toutes ses promesses – pourra en effet améliorer la sécurité routière, la qualité de vie, l'environnement et donner à tous un accès à la mobilité¹¹⁹, tout en transformant le visage des centres urbains. Dès lors, la compétition pour la voiture du futur ne se limite pas aux seuls acteurs économiques privés. Les États ont un intérêt particulier à tout mettre en œuvre pour faire de leur industrie nationale, l'industrie leader de demain.

La France doit s'imposer comme pionnière dans le développement des véhicules autonomes accessibles pour tous. Sur le territoire national, la France a en effet la chance de regrouper l'ensemble des capacités technologiques permettant le développement et l'essor du véhicule autonome. La nation peut compter sur un secteur industriel automobile au meilleur niveau mondial, tant constructeur qu'équipementier, des pôles de compétences en intelligence artificielle et en robotique de premier plan (qui ont d'ailleurs donné naissance

¹¹⁸ Sondage Kantar TNS pour l'Institut Montaigne ; 2 993 personnes interrogées (1 006 en France, 1 004 en Allemagne, 983 en Californie).

¹¹⁹ Selon les Français interrogés dans le cadre du sondage Kantar TNS – Institut Montaigne, 40 % des Français placent ainsi l'aide aux personnes à mobilité réduite comme le principal avantage du véhicule autonome.

aux premières expérimentations en cours de bus autonomes), ainsi qu'un écosystème complet d'entreprises mondiales fournissant des solutions de connectivité ou de cyber-sécurité.

Le véhicule autonome fournit à la France une nouvelle occasion de démontrer sa capacité à planifier de grands projets stratégiques au cœur d'une politique industrielle s'appuyant sur ses forces vives.

Comment ? Dans un premier temps, par la mise en œuvre et le financement d'un programme national d'expérimentation avec les autorités de transport et les collectivités locales. Ce type d'approche est déjà déployé aux États-Unis et pourrait l'être en France au travers du Programme d'Investissement d'Avenir. L'incitation au développement des technologies d'intelligence embarquée sera également clef, tout comme la structuration de l'écosystème associé, condition *sine qua non* du développement du véhicule autonome. Enfin, le véhicule autonome ne pourra entrer demain dans nos villes qu'à la condition d'une évolution de la réglementation et de la législation.

I. Les jeunes et la voiture

Les jeunes et l'automobile : le désamour ?

L'idée selon laquelle les jeunes classes d'âges seraient porteuses d'une révolution de la mobilité automobile recoupe en réalité deux propositions, qu'il convient de distinguer :

1. La baisse du taux de détention du permis, un taux d'équipement automobile plus faible et un usage moindre de la voiture par rapport à leurs aînés au même âge serait chez les jeunes générations le signe d'une certaine désaffection vis-à-vis de l'automobile ;
2. Cette désaffection serait durable, *ie* les jeunes générations seraient porteuses d'un nouveau rapport à l'automobile qui aurait vocation à se diffuser progressivement à l'ensemble de la société. Cette proposition rejoint ici l'hypothèse d'un déclin irréversible de la mobilité automobile émise par certains experts des transports (« *peak car theory* »).

La proposition (1) n'implique pas nécessairement la (2), sauf à considérer qu'un certain nombre de conditions soient réunies : les tendances observées doivent à la fois se poursuivre (d'une cohorte à l'autre) et leurs effets persister dans le temps (pour une cohorte donnée) ; leurs déterminants doivent enfin trouver leur source dans les caractéristiques propres aux générations étudiées plutôt que dans des facteurs extrinsèques, liés à la période analysée. Qu'en est-il réellement ?

À l'appui de la première proposition, on observe bien dans un certain nombre de pays développés une tendance au déclin du taux de détention du permis de conduire parmi les jeunes générations depuis les années 1980-90. Il convient toutefois de noter que celle-ci n'est pas homogène : elle semble toucher davantage les jeunes urbains et les individus de sexe masculin. Elle est aussi plus prononcée dans certains pays que dans d'autres.

Ainsi aux États-Unis, 58,8 % des moins de 20 ans et 91,8 % des 20-24 ans détenaient leur permis de conduire en 1983 ; en 2015, ces taux n'étaient plus respectivement que de 40,4 % et 77,5 %¹²⁰.

¹²⁰ En France, les données les plus complètes dont on dispose sur le sujet sont celles issues de l'enquête nationale sur les transports et les déplacements (ENTD), dont les deux dernières éditions portent sur les années 1994 et 2008. Entre ces deux dates, le taux de détention du permis de conduire a ainsi baissé de trois points chez les jeunes hommes de 18-24 ans, tandis qu'il augmentait de 3,5 points chez les jeunes femmes dans la même tranche d'âge. On dispose de données plus récentes pour l'Île-de-France, où une enquête similaire est menée au niveau régional : en 2010, moins d'un jeune (18-24 ans) sur deux (46 %) y dispose du permis de conduire contre 55 % en 2001 et 61 % en 1983 et 1991. Il est possible toutefois que ce déclin plus prononcé s'explique dans cette région par la part plus importante d'individus vivant en zone urbaine dense. Comme le révèle l'ENTD, il existe en effet de fortes disparités géographiques dans la détention du permis : « la part de personnes détenant le permis de conduire est maximale dans les communes périphériques des grandes villes, suivies de l'espace rural, et minimale dans l'agglomération parisienne. Les différences de comportement sont assez marquées chez les jeunes : plus de 80 % des jeunes adultes de moins de 30 ans des communes périurbaines ont le permis B, 10 points de plus que les jeunes des pôles urbains de province, 20 points de plus que ceux de l'agglomération parisienne » (Thomas Le Jeannic et Tiaray Razafindranovona, *Près d'une heure quotidienne de transport : les disparités se réduisent mais demeurent*, Insee).

Détention du permis de conduire aux États-Unis

	1983	2008	2015	Évol. 1983/2008	Évol. 2008/2015
Ensemble					
16-19 ans	58,8	46,3	40,7	- 12,5	- 5,6
20-24 ans	91,8	82,0	77,5	- 9,8	- 4,5
25-29 ans	95,6	86,3	85,8	- 9,3	- 0,6
Hommes					
16-19 ans	62,0	46,1	40,4	- 15,9	- 5,7
20-24 ans	95,4	80,3	76,4	- 15,1	- 3,9
25-29 ans	99,2	84,0	84,1	- 15,2	0,2
Femmes					
16-19 ans	55,5	46,4	41,0	- 9,1	- 5,4
20-24 ans	88,1	83,8	78,7	- 4,3	- 5,1
25-29 ans	92,1	88,8	87,5	- 3,3	- 1,4

Source : *Highway Statistics*.

Parallèlement, les enquêtes de déplacement montrent un déclin de la mobilité automobile chez les jeunes américains, dont la probabilité de posséder un véhicule est par ailleurs moindre que pour leurs aînés au même âge.

153

Les interprétations divergent toutefois sur les facteurs à l'origine d'un tel phénomène, même s'il est probable que plusieurs d'entre eux soient conjointement à l'œuvre, voire s'influencent mutuellement :

- certains analystes pointent ainsi les changements qui ont eu lieu dans la composition sociodémographique de la jeunesse : les jeunes adultes seraient ainsi aujourd'hui davantage susceptibles d'habiter en ville, d'être célibataire et/ou sans enfant ou de poursuivre des études supérieures que leurs aînés au même âge ; or, la localisation géographique, le fait d'occuper un emploi ou le statut familial influent fortement sur le taux de détention du permis de conduire, indépendamment de l'âge ;

- d'autres mettent en avant les facteurs économiques affectant la jeunesse, que ceux-ci soient conjoncturels (impact de la récession économique sur l'emploi ou les revenus) ou structurels (allongement de la période d'insertion dans l'emploi ; accessibilité du logement qui influe sur la possibilité d'accéder ou non à d'autres bien coûteux), en pointant notamment le fait que la situation financière des jeunes se serait dégradée relativement aux générations qui les précèdent ;
- d'autres observateurs s'attachent encore aux valeurs et aux attitudes qui définiraient désormais les jeunes générations, qui seraient tout à la fois « post-matérialistes » et « connectées ». « *Digital native* », les membres de la « génération Y » (« *millenials* ») verraient leur émancipation davantage passer par les outils numériques que par l'automobile¹²¹ ;
- enfin, certains analystes soulignent le report dans le temps d'un certain nombre d'étapes traditionnellement associées à l'entrée dans l'âge adulte, comme le mariage ou l'arrivée d'un premier enfant. L'allongement de la période qui se situe entre la décohabitation familiale et la formation d'une nouvelle unité familiale laisserait ainsi supposer l'émergence d'un « nouvel âge de la vie »¹²², celui du post-adolescent ou du jeune adulte, dont les comportements auraient à terme vocation à se normaliser par rapport à celui de celui de ses aînés.

¹²¹ Comme l'exprime un spécialiste du marketing interrogé par Le Monde : « leur émancipation ne passe plus par la voiture, mais par le smartphone. Ils ne quittent plus leurs parents à 18 ans, mais à 13 ans, dans leur chambre » (« Cette jeunesse qui ne veut plus rouler en voiture », Le Monde, 18/09/2015).

¹²² Olivier Galland, *Un nouvel âge de la vie, Revue française de sociologie*, Volume 31 Numéro 4, pp. 529-551, octobre-décembre 1990.

Cinq études récentes permettent d'apporter un éclairage sur ces interprétations.

- Parmi les causes multiples susceptibles d'expliquer l'évolution du taux de détention du permis de conduire, A. Delbosc & G. Currie (2013) distinguent les facteurs sociodémographiques comme étant à la fois les plus susceptibles d'avoir un poids significatif, et ceux dont l'impact serait empiriquement le plus étayé. Leur analyse s'appuie sur une revue de littérature portant sur une quinzaine de pays développés.
- À partir des dernières enquêtes de déplacement aux États-Unis, N. McDonald (2015) décrit un déclin de la mobilité automobile entre 1995 et 2009 qui toucherait l'ensemble des américains, mais serait particulièrement accentuée auprès des 19-36 ans (soit les « *Millennials* » et les plus jeunes membres de la « Génération X »). Selon elle, 10 % à 25 % du phénomène s'expliquerait par les changements sociodémographiques dans la composition de la jeunesse (« *lifestyle-related demographic shifts* ») ; 35 % à 50 % par des caractéristiques propres à la nouvelle génération (« *millennial-specific factors* ») ; les 40 % restants s'expliqueraient par une moindre demande de déplacement dans l'ensemble des classes d'âge. L'auteur souligne aussi les incertitudes qui existent sur la poursuite de cette tendance.
- À partir d'enquêtes longitudinales sur les revenus des ménages américains, N. Klein et M. Smart (2017) montrent que la baisse du taux d'équipement automobiles chez les jeunes adultes par rapport à leurs aînés au même âge s'explique davantage par des facteurs économiques (revenus, patrimoine et indépendance financière) que par des facteurs culturels. Les jeunes adultes qui ont acquis leur indépendance financière seraient ainsi tout autant voire davantage susceptibles de posséder un véhicule que leurs aînés au même âge, une fois tenu compte de la précarité de leur situation

économique. La relation serait inverse pour les jeunes dépendant financièrement de leurs parents. Les deux auteurs font aussi part de leur scepticisme à l'hypothèse selon laquelle les nouvelles technologies pourraient se substituer au besoin de déplacement, certaines études trouvant au contraire une corrélation entre l'accroissement de l'usage d'internet et la demande de déplacement.

- C. Kurtz, G. Li, & D. Vine (2016) montrent qu'aux États-Unis, l'âge moyen des acheteurs de véhicules neufs a reculé de 7 ans entre 2000 et 2015. Selon eux, cette évolution reflète le vieillissement de l'ensemble de la population, mais aussi une évolution des comportements d'achats au sein de chaque tranche d'âge. La chute du taux d'achat chez les 35-54 ans et la hausse de ce même taux chez les plus de 55 ans auraient plus pesé sur la période que les comportements d'achats des 16-34 ans. L'étude montre aussi que quelle que soit la tranche d'âge considérée, l'évolution des comportements d'achats s'explique davantage par des facteurs économiques (revenus, emploi) que par une évolution structurelle des préférences individuelles et du rapport à la propriété automobile.
- V. Garikapati, R. Pendyala, E. Morris, P. Mokhtarian & N. McDonald remettent en cause l'hypothèse d'un déclin structurel de la mobilité individuelle en voiture (« *peak car* ») en partant des dernières enquêtes d'emploi du temps, plutôt que des enquêtes de mobilité. Soulignant le poids des effets conjoncturels liés à la crise financière, ils montrent aussi que si les jeunes adultes témoignent de comportements de mobilité spécifiques par rapport à leurs aînés au même âge, ils n'en tendent pas moins à adopter à terme les mêmes comportements que ces derniers, avec un décalage dans le temps.

Au total, l'idée selon laquelle les jeunes générations se détacheraient de l'automobile et plus largement, seraient porteuses par leurs valeurs

propres d'une rupture à venir dans le rapport que nos sociétés entretiennent à la mobilité automobile, reste une hypothèse qui demande encore à être étayée, même si d'incontestables évolutions sont bien à l'œuvre dans une partie de la jeunesse.

Les résultats de notre sondage peuvent venir à l'appui de notre conclusion : lorsque l'on s'attache aux représentations de l'automobile, la majorité des jeunes interrogés continuent à voir dans la voiture un symbole d'indépendance et de liberté (78 % des 18-24 ans) et une source de plaisir (65 %), même si ces proportions sont moins importantes que dans l'ensemble de la population (respectivement 87 % et 72 %)¹²³. Les jeunes générations sont toutefois les plus sensibles à la dimension écologique (la voiture est vécue comme une nuisance pour l'environnement pour 33 % des 18-24 ans vs. 23 % pour l'ensemble de la population) – même si cet écart s'atténue pour la génération qui précède (25-34 ans).

Il convient donc de se garder du piège de l'« effet loupe », en évitant de privilégier la description des préférences et les usages d'une population minoritaire – celle d'une jeunesse (hyper)métropolitaine, aisée, éduquée – et en prenant la juste mesure de l'importance et de la permanence des changements en cours. Ainsi, si elle représente une évolution significative, la baisse du taux de détention du permis de conduire chez les jeunes générations ne doit pas occulter le fait que dans l'ensemble des pays développés, la majorité des jeunes adultes continue à passer son permis de conduire et à faire usage de l'automobile, même si une partie d'entre eux préfère dans certains cas reporter dans le temps l'adoption de cet usage.

¹²³ Ces résultats ne permettent toutefois pas de distinguer ce qui relève ici d'un effet âge, d'un effet génération et d'un effet période.

BIBLIOGRAPHIE

Alexa Delbosc & Graham Currie (2013) « Causes of Youth Licensing Decline: A Synthesis of Evidence », *Transport Reviews*, 33:3, 271-290

Venu M. Garikapati, Ram M. Pendyala, Eric A. Morris, Patricia L. Mokhtarian & Noreen McDonald (2016) « Activity patterns, time use, and travel of millennials: a generation in transition? », *Transport Reviews*, 36:5, 558-584

Nicholas J. Klein & Michael J. Smart (2017) « Millennials and car ownership: Less money, fewer cars », *Transport Policy*, Volume 53, January 2017, Pages 20–29

158 Christopher Kurtz, Geng Li, and Daniel Vine (2016). « The Young and the Carless? The Demographics of New Vehicle Purchases, » FEDS Notes. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, June 24, 2016

Noreen C. McDonald (2015) « Are Millennials Really the “Go-Nowhere” Generation? », *Journal of the American Planning Association*, 81:2, 90-103

II. Données utiles

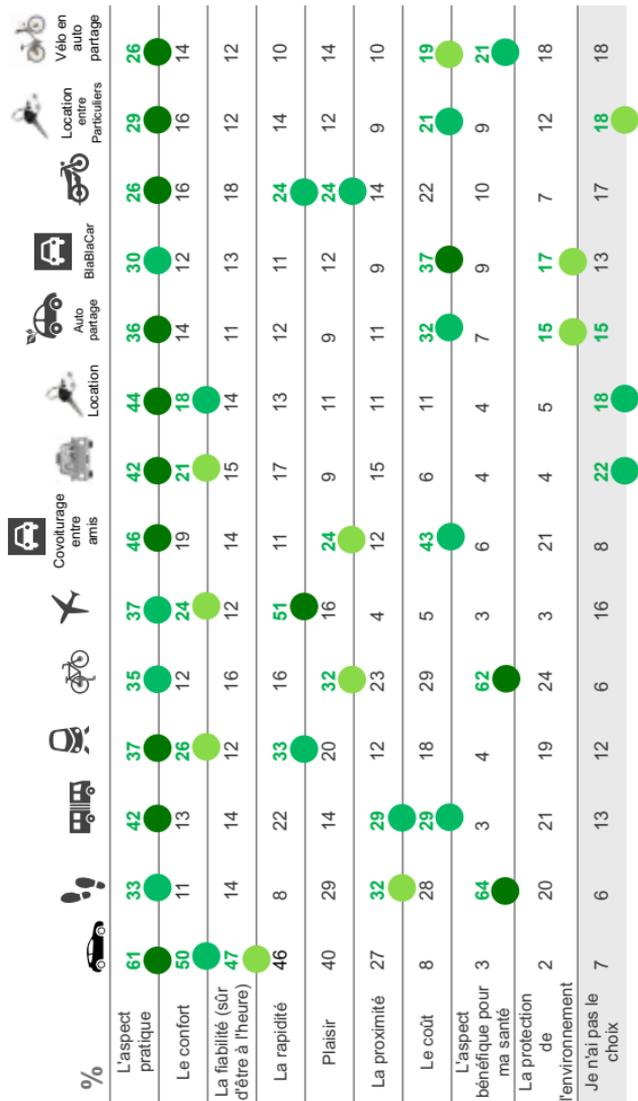
Le défi sociétal

Annexe 1 - Liens entre revenus et mobilité

Revenus par UC du ménage	Voiture (en %)	Deux roues motorisé (en %)	Transport collectif (en %)	Vélo (en %)	Autre mode mécanisé (en %)	Marche (en %)	Ensemble
Moins de 500 €	36	2	18	3	0	41	100
De 500 à 999 €	52	2	10	3	1	32	100
De 1 000 à 1 499 €	68	2	8	2	0	20	100
De 1 500 à 1 999 €	70	1	7	3	0	18	100
De 2 000 à 2 999 €	73	2	7	2	0	16	100
Plus de 3 000 €	67	2	9	2	1	20	100
Ensemble	65	2	8	3	1	22	100

Source : *La mobilité des Français*, commissariat général au développement durable, décembre 2010.

Annexe 2 - Critères cités pour expliquer le choix de différents moyens de transport



Enquête Véhicule du futur

Q12. Pour quelles raisons utilisez-vous chacun des modes de transport suivants ?

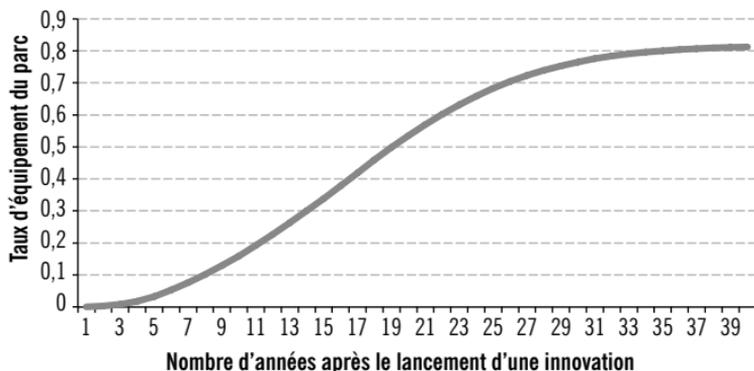
Source : Sondage Kantar pour l'Institut Montaigne.

Annexe 3 - Perception de la voiture par les personnes interrogées

Au global	Total	France	Allemagne	Californie
Base brute	2 559	866	819	874
Un synonyme d'indépendance, de liberté	87 %	88 %	86 %	87 %
Un plaisir	72 %	68 %	70 %	78 %
Une source de dépenses	70 %	77 %	68 %	64 %
Un moyen d'exprimer sa personnalité	34 %	22 %	35 %	43 %
Une nuisance pour l'environnement	23 %	28 %	23 %	17 %
Une contrainte	13 %	15 %	16 %	9 %

Source : Sondage Kantar pour l'Institut Montaigne.

Annexe 4 - Dynamique de diffusion d'une innovation dans le parc automobile



Source : Institut Montaigne.

Annexe 5 - Scénarii d'évolution du concept de responsabilité juridique du conducteur face à l'apparition des véhicules autonomes

Hypothèse d'une conduite partiellement déléguée

Dans ce scénario, le véhicule reste d'une manière ou d'une autre sous le contrôle du conducteur humain : cela peut concerner des voitures dotées de simples aides à la conduite¹²⁴ mais aussi des véhicules pouvant se déplacer sans l'attention permanente du conducteur, ce dernier étant néanmoins tenu de reprendre le contrôle à tout moment en cas de besoin.

La Convention de Vienne de 1968 a été amendée en mars 2014 de manière à autoriser les systèmes embarqués ayant une incidence sur la conduite du véhicule, sous la condition que les technologies mises en œuvre puissent être contrôlées et désactivées par le conducteur. S'agissant des dispositions applicables en droit strictement interne, des évolutions sont également à prévoir, bien que le cadre actuel permette d'ores et déjà de traiter d'un certain nombre de questions.

Si la définition du « conducteur » est absente du Code de la route, la jurisprudence envisage ce dernier comme le « gardien » du véhicule, c'est-à-dire celui qui détient les pouvoirs d'usage, de contrôle et de direction au moment de l'accident¹²⁵. Dès lors que, dans l'hypothèse de la conduite partiellement déléguée, le

¹²⁴ Telles qu'on en connaît actuellement, comme le régulateur de vitesse, le freinage d'urgence, l'assistance au parking, etc.

¹²⁵ La notion de « garde » étant tirée du régime général de responsabilité du fait des choses prévu à l'article 1384 al. 1^{er} du Code civil, devenu l'article 1242 al. 1^{er}.

conducteur conserve in fine le contrôle sur le véhicule, il demeure, en principe, le gardien du véhicule. Le régime juridique actuel n'a pas besoin d'être modifié.

De la même manière, le régime actuel d'assurance obligatoire n'exclut pas, dans son principe, les accidents impliquant un véhicule autonome à conduite partiellement déléguée. Les véhicules terrestres à moteur (VTM), qui sont couverts par une obligation d'assurance¹²⁶, sont en effet définis de manière assez large, si bien qu'ils peuvent s'appliquer à des voitures offrant une délégation partielle de conduite.

Le régime de responsabilité actuel prévoit une indemnisation de la victime par le conducteur (ou le gardien) du véhicule et les coûts occasionnés par les accidents de la circulation sont supportés in fine par les assureurs. Ces derniers ont vocation à se retourner contre les constructeurs (concepteur, fabricant, programmeur) en cas de défaillance des systèmes d'aides à la conduite. La question se posera toutefois de la charge de la preuve de la défaillance technique : appartient-il au conducteur de démontrer que le véhicule à conduite partiellement déléguée impliqué dans un accident était affecté d'un vice ? Ou appartient-il au concepteur de rapporter la preuve contraire ? Sur ce point, il est probable que les constructeurs développeront des moyens de reconstitution des accidents – par exemple sur le modèle des boîtes noires d'aéronefs – qui aideront à la détermination de la responsabilité. Les systèmes embarqués du véhicule connecté

¹²⁶ Aux fins que soient pris en charge les dommages causés aux tiers par l'auteur de l'accident assuré. Cette obligation figure aux articles L 211-1 et suivants du Code des assurances et à l'article L 110-1 du Code de la route.

permettront sans doute de réunir des informations dont il pourra être tiré parti dans l'hypothèse d'une enquête judiciaire et peut-être même de manière automatique si le contrat d'assurance le prévoit. Cela soulèvera logiquement des questions sur la protection des données personnelles.

Sur le plan de la responsabilité pénale, l'article R. 412-6 du Code de la route dispose aujourd'hui que : « *Tout conducteur doit se tenir constamment en état et en position d'exécuter commodément et sans délai toutes les manœuvres qui lui incombent* ». Cette obligation ne semble pas donc incompatible avec la situation résultant de la conduite partiellement déléguée, même dans des proportions importantes, du moment que le conducteur peut reprendre le contrôle du véhicule à tout moment.

Hypothèse d'une conduite intégralement déléguée

Face à un véhicule totalement autonome, la notion de « conducteur » s'effacerait au profit de celle d'« utilisateur », ce dernier n'ayant pas la capacité de reprendre la main sur la conduite du véhicule

Une modification de la Convention de Vienne susvisée sera nécessaire dès lors que les articles 1 et 8 de cette dernière prévoient que :

- « tout véhicule en mouvement doit avoir un conducteur ;
- le conducteur est la personne qui assume la direction du véhicule ;

- tout conducteur doit :
 - posséder les qualités physiques et psychiques nécessaires et être en état physique et mental de conduire ;
 - avoir les connaissances et l'habileté nécessaires à la conduite du véhicule ;
 - avoir constamment le contrôle de son véhicule ;
 - éviter toute activité autre que la conduite ».

Le texte de la Convention de Vienne devra prévoir l'hypothèse d'un système d'intelligence artificielle qui remplace le conducteur humain.

S'agissant des dispositions applicables en droit strictement interne, des évolutions de même nature seront également à prévoir puisque ce droit transpose les règles internationales et de l'Union européenne. Sur le plan de la responsabilité civile, puisque le régime d'indemnisation actuel repose sur la notion de conducteur – au sens de « gardien » – du véhicule, une évolution sera nécessairement requise. En effet, puisque l'utilisateur n'a pas la capacité de reprendre le contrôle du véhicule, il ne saurait être considéré comme le gardien de ce dernier. Le responsable de l'accident sera donc à déterminer entre le concepteur, le fabricant, le programmeur du logiciel intégré dans le véhicule autonome et le concepteur de l'intelligence artificielle.

En ce qui concerne le régime d'assurance, le dispositif actuel couvre « toute personne ayant la garde ou la conduite » du véhicule terrestre à moteur. Il pourrait en théorie permettre de garantir les personnes qui ne sont pas physiquement installées derrière le

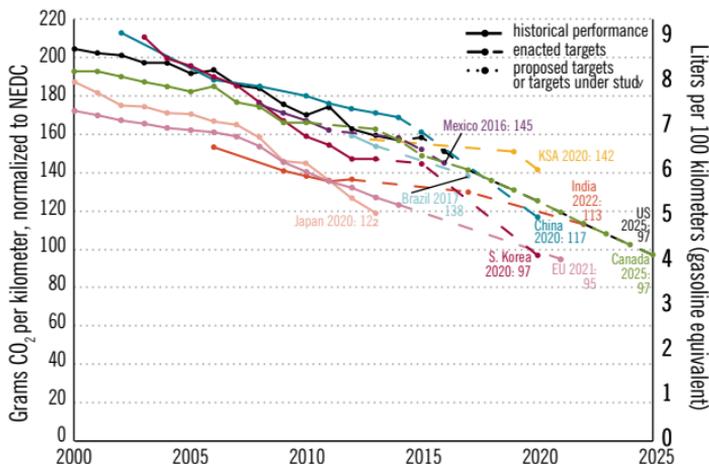
volant du véhicule impliqué¹²⁷, si bien qu'aucune évolution significative de ce régime ne semblerait *a priori* requise. Dans la pratique, des véhicules autonomes auraient toutefois un impact important sur le fonctionnement et les caractéristiques de l'assurance.

Sur le plan de la responsabilité pénale, puisque l'utilisateur physiquement installé dans le véhicule n'a aucune maîtrise de la conduite de celui-ci, il n'est, en théorie, pas en mesure de commettre une infraction susceptible d'engager sa responsabilité pénale. L'article 121-1 du Code pénal dispose en effet que « *nul n'est responsable pénalement que de son propre fait* ». L'évolution de la circulation routière vers des véhicules autonomes pourrait ainsi faire disparaître – sauf intention de créer un accident – la responsabilité pénale des accidents de la circulation. Le progrès technique s'accompagnerait alors dans ce cas d'un vrai progrès sociétal. Une autre voie pourrait être de maintenir l'existence d'une responsabilité pénale pesant sur les épaules de la personne morale représentant soit le concepteur, soit le fabricant, soit le programmeur du ou des logiciel(s) incriminé(s) ou le concepteur de l'intelligence artificielle défaillante... Cette option ne serait bien évidemment pas la plus favorable à l'innovation dans des conditions sereines.

¹²⁷ Quel avenir juridique pour le « conducteur » d'une voiture intelligente ? Iolande Vinginao, Petites affiches 01/12/2014, n° 239, p. 6.

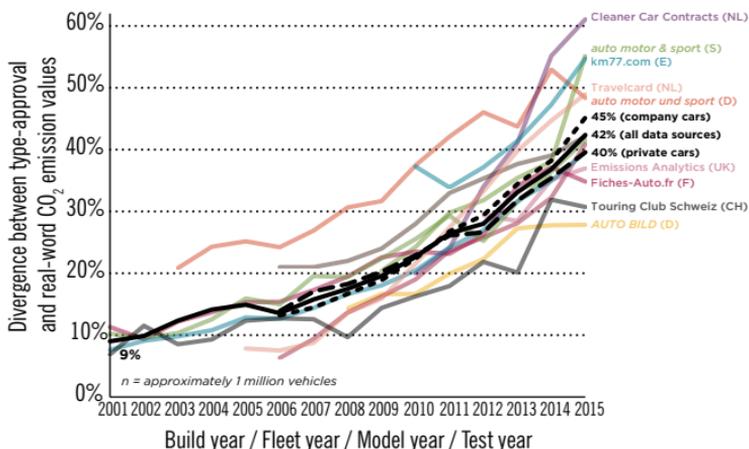
Le défi environnemental

Annexe 6 - Comparaison des réglementations en matière d'émissions de CO₂ pour les nouveaux véhicules particuliers, au niveau mondial



Source : CO₂ emissions from new passenger cars in the EU: Car manufacturers' performance in 2014, ICCT, juillet 2015.

Annexe 7 - Divergence progressive entre les émissions de CO₂ constatées en conditions réelles et en tests standardisés de laboratoire, en Europe, au cours du temps (2001-2015)



Source : From Laboratory To Road A 2016 Update Of Official And 'Real-World' Fuel Consumption And CO₂ Values For Passenger Cars In Europe, ICCT, 2016.

Annexe 8 - Les particules fines : origines et enjeux

Les particules fines ou *particulate matter (PM)* recouvrent un ensemble de polluants présents en suspension dans l'air. On les distingue traditionnellement par leur taille, avec notamment les particules ayant un diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀), qui correspondent à la fraction inhalable, et à celles ayant un diamètre inférieur à 2,5 microns (PM_{2,5}), qui correspond à la fraction pouvant pénétrer les alvéoles des poumons.

Cette dernière catégorie de particules très fines, essentiellement d'origine automobile, présentent une nocivité accrue et sont plus difficiles à mesurer et à filtrer.

Une évaluation quantitative d'impact sanitaire réalisée par Santé publique France a établi une estimation nationale en France continentale du poids sanitaire de la pollution par les particules fines PM_{2,5} en lien avec l'activité humaine. Ce fardeau a ainsi **été estimé à 48 000 décès par an**, ce qui correspond à 9 % de la mortalité en France et à une perte d'espérance de vie à 30 ans pouvant dépasser 2 ans¹²⁸. Selon cette même agence, l'essentiel de cette mortalité est liée aux effets chroniques de ces pollutions, et non spécifiquement à des pics de pollution¹²⁹. **Ce chiffrage ne fait cependant pas l'objet d'un consensus scientifique complet** : les marges d'erreur sont importantes (l'intervalle de confiance à 95 % varie entre 17 500 et 74 400 décès) et reposent sur des hypothèses de ratio de risque (corrélations entre niveaux de particules et mortalité) élevées¹³⁰.

La pollution aux particules fines est, dans les pays développés, assez largement d'origine locale, les dépassements des seuils acceptables pour la santé humaine étant généralement liés à des

¹²⁸ Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique, Santé publique France (agence nationale de santé publique française), juin 2016.

¹²⁹ Quelle est la part des pics de pollution dans les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans les villes de France, Santé publique France (agence nationale de santé publique française), juin 2016.

¹³⁰ Choix d'un *risk ratio* de 1,15 (les risques augmentent de 15 % lorsque la concentration de particules augmentent de 10 microgrammes par m³ d'air), là où l'OMS recommande 1,06.

conditions atmosphériques particulières autour des grandes agglomérations. L'activité économique est en effet soumise dans ces pays à des normes suffisamment strictes pour que ce type de pollution ne soit pas généralisé, à l'inverse de ce qui peut par exemple être constaté au-dessus de certaines régions de l'Asie (« nuage brun d'Asie » en Chine et Inde notamment).

En France, en moyenne, la part des émissions de particules dues au transport routier est faible (environ 5 %)¹³¹. Il s'agit d'une pollution locale, sensible essentiellement aux abords des centres urbains et grands axes routiers.

Celle-ci touche bien évidemment la proximité des grands axes, mais également les zones confinées à l'image du métro parisien, dont certains tronçons sont beaucoup plus pollués par des particules fines que les abords des routes en surface. On relève ainsi régulièrement sur les quais du métro des concentrations de PM10 comprises entre 70 et 120 microgrammes par m³ avec des pics à 1 000 microgrammes (lorsque des travaux ont lieu sur les voies la nuit¹³²). À titre de comparaison, les moyennes relevées en surface par Airparif sont de l'ordre de 38 microgrammes en 2015. Ces émissions de particules fines ne sont évidemment pas dues à la motorisation du métro (qui est électrique), mais aux déplacements d'air générés par les rames, à leur freinage, et aux travaux qui soulèvent de la poussière dans les tunnels.

¹³¹ Selon le CITEPA : <http://www.citepa.org/fr/air-et-climat/polluants/poussieres-en-suspension>.

¹³² À la station Châtelet, selon le réseau SQUALES de la RATP.

À titre d'exemple, les émissions de particules se répartissent de la manière suivante en Île de France en 2012¹³³ :

- 28 % des émissions franciliennes sont liées au transport routier, sans compter la remise en suspension des particules présentes au sol du fait du mouvement des véhicules ;
- 26 % est dû au secteur résidentiel et tertiaire (l'essentiel étant lié aux feux de bois de chauffage) ;
- 18 % à l'agriculture ;
- 18 % aux chantiers et carrières ;
- le reliquat se partage entre trafic ferroviaire et fluvial (4 %), industrie, production et distribution d'énergie (4 %) et aéroports (2 %).

Notons que cette répartition varie très fortement en fonction de la saison et de l'activité économique. Ainsi par exemple, lors du pic de pollution enregistré fin décembre 2016, les jours les plus froids, plus de la moitié des particules fines mesurées dans l'agglomération parisienne provenaient des feux de cheminée¹³⁴.

La tendance n'en reste pas moins, au niveau national, à l'amélioration : selon le ministère de l'environnement, les concentrations en particules, à proximité du trafic routier et en fond urbain, ont en diminué depuis 2007 pour les PM10 et depuis 2009 pour les PM2,5¹³⁵.

L'échappement des véhicules diesel, dans leur ensemble, est responsable de 17 des 28 % des émissions du secteur routier ;

¹³³ Inventaire régional des émissions en Île de France, Airparif, 2012.

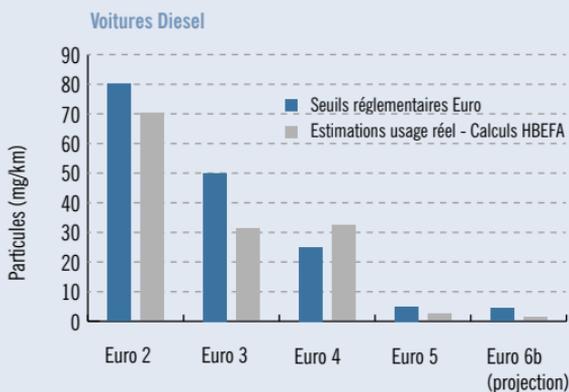
¹³⁴ Selon l'Obs', d'après des chiffres AIRPARIF : <http://tempsreel.nouvelobs.com/planete/20161206.OBS2261/pollution-traffic-routier-chauffage-industrie-qui-est-coupable.html>

¹³⁵ Source : les particules atmosphériques : la connaissance progresse, Datalab, février 2017, Ministère de l'environnement.

l'échappement des véhicules essences ne contient quasiment pas de particules fines. Il convient de noter que ces émissions d'échappement sont largement liées à l'ancienneté du parc de véhicules circulant : les véhicules diesel répondant aux normes d'émission les plus strictes (Euro 5 et Euro 6) n'émettent quasiment plus de particules fines au niveau de leur échappement (cf. annexe 9).

Fin 2013, plus du tiers du parc de véhicules particuliers diesel en circulation était équipé en filtres à particules, soit environ 7 millions de véhicules. Les véhicules utilitaires lourds, dont la durée de vie est plus longue, restent très peu équipés en filtres à particules, cet équipement n'étant apparu qu'avec la norme Euro 4, applicable depuis 2005.

Annexe 9 - Émissions de particules fines dans l'échappement des véhicules diesel, par génération de véhicule



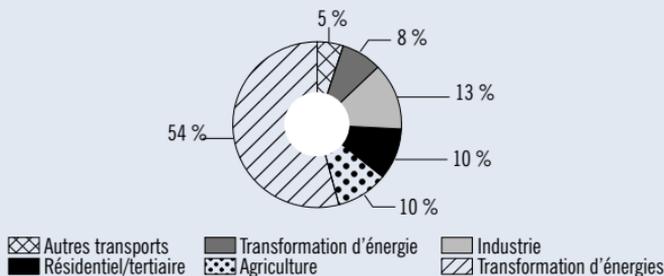
Source : ADEME, Émissions de particules et de NOx par les véhicules routiers, juin 2014.

Annexe 10 - Les oxydes d'azote : origines et enjeu

Les oxydes d'azotes, aussi dits NOx¹³⁶ sont des gaz formés lors de la combustion à haute température et haute pression de carburants, en présence d'air (lui-même essentiellement composé d'oxygène et d'azote).

Ce sont des polluants atmosphériques locaux, partiellement visibles (le monoxyde d'azote est un gaz incolore, le dioxyde d'azote est de couleur brun rougeâtre ; dans l'air, le monoxyde d'azote se recombine avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote). Ils ont une influence indirecte sur l'effet de serre, participant à la formation d'ozone en interagissant avec d'autres polluants. Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches. Des expositions prolongées à des doses élevées entraînent des troubles respiratoires. Les personnes asthmatiques et les jeunes enfants sont plus sensibles à ce polluant¹³⁷.

Annexe 11 - Sources d'émissions de NOx en France (2012)



Source : Ministère de l'environnement.

¹³⁶ Monoxyde d'azote (NO), Dioxyde d'azote (NO₂).

¹³⁷ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Impacts-sante-et-environnement,41865.html>
www.institutmontaigne.org

D'après le ministère de l'environnement, en France, sur la période 1990-2015, « les émissions de NOx ont diminué de 62 % grâce au renouvellement du parc à l'introduction progressive de pots catalytiques. Néanmoins, ces progrès ont été limités par l'intensification du trafic (+ 36 % entre 1990 et 2014) et l'augmentation de la part des véhicules diesel (21 % en 1990 à 63 % en 2014) »¹³⁸.

Les émissions de NOx sont nettement plus présentes dans les véhicules diesel, y compris récents (*cf.* graphique 4). Les émissions des transports routiers proviennent à 89 % des véhicules Diesel (poids lourds Diesel : 41 %, véhicules particuliers Diesel catalysés 33 %, véhicules utilitaires légers Diesel catalysés 15 %). Ce problème est globalement amplifié par la tendance au downsizing des blocs moteurs, qui implique d'augmenter les niveaux de compression et de température lors de la combustion des carburants, ce qui entraîne la génération de NOx dans les moteurs essence jusqu'ici épargnés. En réponse, les constructeurs développent des systèmes additionnels permettant de capturer et détruire ces NOx (*cf.* annexe 12). Notons que les poids-lourds diesel, qui sont équipés de dispositifs anti-NOx plus coûteux que les véhicules légers, émettent environ deux fois moins de NOx par kilomètre que ces derniers¹³⁹.

¹³⁸ Source : Les comptes des transports en 2015, Ministère de l'environnement, août 2016.

¹³⁹ *cf.* note de décembre 2016 de l'ICCT, concernant les véhicules les plus récents (aux normes EURO 6) : http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Euro-VI-versus-6_ICCT_briefing_06012017.pdf

Annexe 12 - Dispositifs anti-Nox : réduction catalytique ou piège à NOx

Pour réduire l'émission d'oxydes d'azote (NOx) sur les moteurs diesel, qui en émettent davantage que les mécaniques essence, deux technologies peuvent être utilisées : le piège à NOx, et le SCR (Selective Catalytic Reduction – réduction catalytique sélective).

Le premier (piège à NOx), théoriquement moins coûteux, et principalement dédié aux modèles de petite et moyenne taille, fonctionne un peu comme un filtre à particules. Imprégné de métaux précieux (platine, baryum, rhodium), il piège chimiquement les oxydes d'azote et, régulièrement, les convertit en gaz neutres, principalement de l'azote (N_2) et de l'oxygène (O_2). Mais ce système nécessite que le moteur enrichisse régulièrement son mélange pour déclencher le processus chimique et purger le filtre. Ce qui accroît la consommation et les émissions de CO_2 . Ce dispositif tend néanmoins à disparaître sur les nouveaux modèles de véhicules car son efficacité est limitée et incomplète au regard des nouvelles normes sur les émissions.

Le SCR est quant à lui un catalyseur supplémentaire dans lequel les NOx sont convertis en continu en H_2O et azote (N_2) inoffensifs. Pour obtenir cette réaction, on injecte en amont de ce catalyseur un liquide, l'AdBlue, composé d'un mélange d'eau et d'urée. Au contact de la chaleur des gaz d'échappement, celui-ci se transforme en ammoniac (NH_3). Dans le SCR, l'ammoniac réagit avec les oxydes d'azote et l'oxygène en excès des diesels pour convertir les dangereux NOx en azote (N_2) et

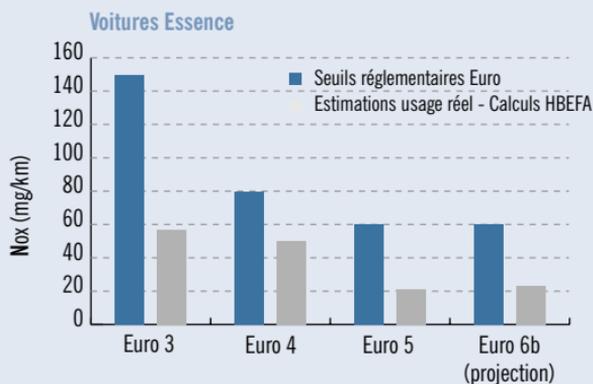
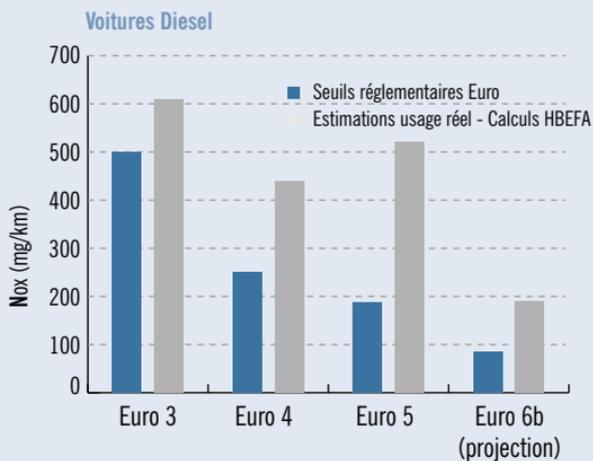
vapeur d'eau (H₂O), tous deux sans danger. Cette technologie s'avère plus complexe, et réclame un réservoir supplémentaire pour l'AdBlue (additif à base d'urée), un injecteur de plus situé dans la ligne d'échappement pour cet additif, et une gestion spécifique surveillée par des capteurs de pression, de température et de NOx. Couplé à un filtre à particules (FAP) en amont, Mais il présente un avantage avec son FAP additivé capable de brûler les particules dès 500 °C (650 °C pour les non-additivés). Ce FAP fonctionnant à plus basse température, il est ici possible d'implanter le SCR en amont, là où il bénéficie de plus de chaleur pour opérer la conversion des NOx. Ainsi, le SCR présente toutefois l'avantage d'être efficace plus tôt lors des démarrages à froid, et de rester complètement opérationnel en ville, quand les diesels génèrent peu de chaleur à l'échappement.

Source : *Automobile magazine* - <http://www.automobile-magazine.fr/lexique/44-piege-a-nox-scr>.

Le scandale dit des « logiciels truqueurs » (Volkswagen) concernant des tests truqués sur les moteurs diesel est d'abord lié aux émissions de NOx. La production de cette substance dépend en effet fortement des paramètres de combustion du moteur. Ces paramètres sont gérés par le calculateur électronique du moteur ainsi que par l'activation ou non des dispositifs additionnels de piégeage/catalyse des NOx, qui dans le cas des modèles Volkswagen concernés étaient désactivés ou sous-employés en dehors des tests standardisés.

En situation réelle (hors des cycles de test standardisés), les véhicules diesel sur le marché dépassaient d'ailleurs les normes autorisées d'émissions (en 2014, cf. graphique 4).

Annexe 13 - Émissions de NOx par les véhicules routiers en fonction de leur niveau de certification Euro



Source : ADEME, *Émissions de particules et de NOx par les véhicules routiers, juin 2014.*

Annexe 14 - Les différents types de motorisations

Véhicule à moteur à combustion interne (diesel ou essence) – ICEV¹⁴⁰ : consomme du diesel ou de l'essence. Faire le plein est rapide (2 à 3 minutes). Autonomie allant jusqu'à 1 000 km.

Véhicule hybride (diesel ou essence) – HEV¹⁴¹ : consomme du diesel ou de l'essence. Faire le plein est rapide (2 à 3 minutes). Une batterie permet de stocker l'énergie récupérée lors du freinage et de la réinjecter à l'accélération, ce qui permet de diminuer la consommation du véhicule. Autonomie allant jusqu'à 1 000 km.

Véhicule hybride rechargeable – PHEV¹⁴² : cas identique au précédent, si ce n'est que la batterie est légèrement plus importante et peut être rechargée à l'aide du réseau électrique public. Autonomie allant jusqu'à 1 000 km.

Véhicule électrique à batteries – EV¹⁴³ : véhicule ne comportant qu'un moteur électrique et une batterie souvent importante. Autonomie généralement comprise entre 100 et 300 km.

Véhicule électrique à pile à combustible – FCEV¹⁴⁴ : consomme de l'hydrogène, stocké sous forme gazeuse dans un réservoir pressurisé à bord du véhicule. Faire le plein est rapide (2 à 3 minutes). La propulsion est assurée par un moteur électrique qui

¹⁴⁰ *Internal combustion engine electric vehicle.*

¹⁴¹ *Hybrid electric vehicle.*

¹⁴² *Plug in hybrid electric vehicle.*

¹⁴³ *Electric vehicle.*

¹⁴⁴ *Fuel cell electric vehicle.*

tire son énergie d'une pile à combustible consommant de l'hydrogène et de l'air et produisant uniquement de l'électricité et de la vapeur d'eau. Autonomie allant jusqu'à 700 km.

REMERCIEMENTS

L'Institut Montaigne remercie particulièrement les personnes suivantes pour leur contribution à ce travail.

- **Laurent Burelle**, co-président du groupe de travail, président-directeur général, Compagnie Plastic Omnium
- **Henri de Castries**, co-président du groupe de travail, ancien président-directeur général, AXA

Groupe de travail

- **Jacques Aschenbroich**, président-directeur général, Valeo
- **Thierry Bolloré**, directeur délégué à la compétitivité, Renault
- **Arnaud Cabanes**, associé gérant, Baker & McKenzie
- **Pierre Coppey**, directeur général adjoint, Groupe Vinci
- **Rémi Cornubert**, directeur associé, AT Kearney (rapporteur général)
- **François Darchis**, directeur de la société, Air Liquide
- **Eudoxe Denis**, responsable des affaires publiques, Compagnie Plastic Omnium (rapporteur général)
- **Luc Ferry**, ancien Ministre de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche
- **Mathis Güller**, fondateur, Güller Güller Architecture
- **Amélie Oudéa-Castera**, directrice groupe marketing et du digital, AXA
- **Carlo Ratti**, Director, SENSEable City Lab
- **Michel Rollier**, président, Filière Automobile et Mobilités - PFA

- **Jean-Baptiste Rougé**, vice-président industrie automobile, Capgemini Consulting

Rapporteurs

- **David Cavailloès**, ingénieur, haut fonctionnaire
- **Aloïs Kirchner**, ingénieur, haut fonctionnaire
- **Victor Poirier**, chargé d'études, Institut Montaigne

Ainsi que :

- **Hugo Azerad**, vice-président, AT Kearney
- **Nicolas des Bosc**s, assistant chargé d'études, Institut Montaigne
- **Geoffrey Bouquot**, directeur stratégie et relations extérieures, Valeo
- **Yohann Cohen**, business development executive, IBM
- **Daniel Dadoun**, directeur associé, AT Kearney
- **Gautier Kerdoncuff**, consultant, AT Kearney
- **Raphaël de Talhouet**, manager, AT Kearney
- **Charles de la Tour d'Auvergne**, senior consultant, PwC

Les personnes auditionnées ou rencontrées dans l'élaboration de ce travail

- **Juliette Antoine-Simon**, directrice générale, Sodetrel
- **Emmanuel Barbe**, délégué interministériel à la sécurité routière, délégué à la sécurité et à la circulation routières, Ministère de l'Intérieur
- **Bénédicte Barbry**, directrice des relations extérieures et affaires publiques, Mobivia Groupe
- **Stéphane Beaudet**, vice-président en charge des transports, Région Île-de-France
- **Elisabeth Borne**, présidente-directrice générale, RATP
- **Christian Cochenec**, directeur général adjoint, en charge des activités dommages France et systèmes d'information, Groupama
- **Yves Crozet**, professeur, Laboratoire Aménagement Economie Transports (LAET)
- **Frédéric Delaval**, directeur de l'Unité d'Affaires de l'Eco-Mobilité « Bemobi », La Poste
- **Stéphane Deruette**, ingénieur commercial M2M, Bouygues Télécom
- **Sophie Desormière**, directrice générale Marketing et ventes, Solvay
- **Mathieu Flonneau**, maître de conférences, Université Paris I, SIRICE-CRHI, LabEx EHNE, P2M
- **Pierre-Etienne Franc**, vice-président marchés et technologies avancées, Air Liquide
- **Edouard Geffray**, secrétaire général, Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL)

- **Carla Gohin**, directrice de la recherche, de l'innovation et des technologies avancées, PSA Groupe
- **Erik Grab**, vice-président anticipation stratégique et innovation, Michelin
- **Anne-Sophie Grouchka**, directrice relations et solutions client, Allianz
- **Jean-Claude Guillaneau**, directeur des géoressources, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)
- **Xavier Horent**, délégué général, Conseil national des professions de l'automobile (CNPA)
- **Alexandra van Huffelen**, présidente-directrice générale, GVB Amsterdam
- **Thierry Jammes**, vice-président, Fédération des Aveugles de France
- **Vincent Lambert**, directeur des opérations, AXA Global P&C
- **Florence Lambert**, directrice, CEA-Liten
- **Jean-Michel Lattes**, premier adjoint au Maire de Toulouse, vice-président, Tisséo SMTC
- **Mathias Lelièvre**, responsable de la mobilité verte, Engie
- **Yann Marteil**, président exécutif, Via ID, directeur général délégué, Mobivia
- **Bruno Marzloff**, fondateur, Chronos
- **Jacques Mauge**, président, Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules
- **Florent Menegaux**, directeur général exécutif, Michelin

- **Jean-Louis Missika**, adjoint à la maire de Paris, en charge de l'urbanisme, de l'architecture, des projets du Grand Paris, du développement économique et de l'attractivité, Mairie de Paris
- **Serge Naudin**, alors président du directoire, BMW Group France
- **Maxime Pasquier**, ingénieur service transports et mobilité, ADEME
- **Yves Pasquier-Desvignes**, président, Volvo Car France
- **Antoine Petit**, président-directeur général, INRIA
- **Pierre-Edouard Pivois**, avocat, Baker & McKenzie
- **Eric Poyeton**, directeur général, PFA, Filière Automobile et Mobilités
- **Daniel Quéro**, président, 40 millions d'automobilistes
- **Johan Ransquin**, directeur adjoint villes et territoires durables et directeur du site de Sophia-Antipolis, ADEME
- **Charles Raux**, directeur, Laboratoire Aménagement Economie transport (LAET), Université de Lyon
- **Jacques Rivoal**, alors président du directoire, Volkswagen France
- **William Rosenfeld**, président-directeur général, Zenpark
- **Jean-Luc Thomé**, président, BA Systèmes
- **Matthias Wissmann**, président, Union de l'Industrie Automobile (VDA)
- **L'équipe de direction de Fiat Chrysler Automobiles**

Les opinions exprimées dans ce rapport n'engagent ni les personnes précédemment citées ni les institutions qu'elles représentent.

LES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT MONTAIGNE

- Tourisme en France : cliquez ici pour rafraîchir (mars 2017)
- Dernière chance pour le paritarisme de gestion (mars 2017)
- L'impossible État actionnaire ? (janvier 2017)
- Un capital emploi formation pour tous (janvier 2017)
- Économie circulaire, réconcilier croissance et environnement (novembre 2016)
- Traité transatlantique : pourquoi persévérer (octobre 2016)
- Un islam français est possible (septembre 2016)
- Refonder la sécurité nationale (septembre 2016)
- Breain ou Brexit : Europe, prépare ton avenir ! (juin 2016)
- Réanimer le système de santé - Propositions pour 2017 (juin 2016)
- Nucléaire : l'heure des choix (juin 2016)
- Un autre droit du travail est possible (mai 2016)
- Les primaires pour les Nuls (avril 2016)
- Le numérique pour réussir dès l'école primaire (mars 2016)
- Retraites : pour une réforme durable (février 2016)
- Décentralisation : sortons de la confusion / Repenser l'action publique dans les territoires (janvier 2016)
- Terreur dans l'Hexagone (décembre 2015)
- Climat et entreprises : de la mobilisation à l'action / Sept propositions pour préparer l'après-COP21 (novembre 2015)
- Discriminations religieuses à l'embauche : une réalité (octobre 2015)
- Pour en finir avec le chômage (septembre 2015)
- Sauver le dialogue social (septembre 2015)
- Politique du logement : faire sauter les verrous (juillet 2015)
- Faire du bien vieillir un projet de société (juin 2015)
- Dépense publique : le temps de l'action (mai 2015)
- Apprentissage : un vaccin contre le chômage des jeunes (mai 2015)
- Big Data et objets connectés. Faire de la France un champion de la

- révolution numérique (avril 2015)
- Université : pour une nouvelle ambition (avril 2015)
 - Rallumer la télévision : 10 propositions pour faire rayonner l'audiovisuel français (février 2015)
 - Marché du travail : la grande fracture (février 2015)
 - Concilier efficacité économique et démocratie : l'exemple mutualiste (décembre 2014)
 - Résidences Seniors : une alternative à développer (décembre 2014)
 - Business schools : rester des champions dans la compétition internationale (novembre 2014)
 - Prévention des maladies psychiatriques : pour en finir avec le retard français (octobre 2014)
 - Temps de travail : mettre fin aux blocages (octobre 2014)
 - Réforme de la formation professionnelle : entre avancées, occasions manquées et pari financier (septembre 2014)
 - Dix ans de politiques de diversité : quel bilan ? (septembre 2014)
 - Et la confiance, bordel ? (août 2014)
 - Gaz de schiste : comment avancer (juillet 2014)
 - Pour une véritable politique publique du renseignement (juillet 2014)
 - Rester le leader mondial du tourisme, un enjeu vital pour la France (juin 2014)
 - 1 151 milliards d'euros de dépenses publiques : quels résultats ? (février 2014)
 - Comment renforcer l'Europe politique (janvier 2014)
 - Améliorer l'équité et l'efficacité de l'assurance-chômage (décembre 2013)
 - Santé : faire le pari de l'innovation (décembre 2013)
 - Afrique-France : mettre en œuvre le co-développement Contribution au XXVI^e sommet Afrique-France (décembre 2013)
 - Chômage : inverser la courbe (octobre 2013)
 - Mettre la fiscalité au service de la croissance (septembre 2013)
 - Vive le long terme ! Les entreprises familiales au service de la croissance et de l'emploi (septembre 2013)

- Habitat : pour une transition énergétique ambitieuse (septembre 2013)
- Commerce extérieur : refuser le déclin
Propositions pour renforcer notre présence dans les échanges internationaux (juillet 2013)
- Pour des logements sobres en consommation d'énergie (juillet 2013)
- 10 propositions pour refonder le patronat (juin 2013)
- Accès aux soins : en finir avec la fracture territoriale (mai 2013)
- Nouvelle réglementation européenne des agences de notation : quels bénéfices attendre ? (avril 2013)
- Remettre la formation professionnelle au service de l'emploi et de la compétitivité (mars 2013)
- Faire vivre la promesse laïque (mars 2013)
- Pour un « New Deal » numérique (février 2013)
- Intérêt général : que peut l'entreprise ? (janvier 2013)
- Redonner sens et efficacité à la dépense publique
15 propositions pour 60 milliards d'économies (décembre 2012)
- Les juges et l'économie : une défiance française ? (décembre 2012)
- Restaurer la compétitivité de l'économie française (novembre 2012)
- Faire de la transition énergétique un levier de compétitivité (novembre 2012)
- Réformer la mise en examen Un impératif pour renforcer l'État de droit (novembre 2012)
- Transport de voyageurs : comment réformer un modèle à bout de souffle ? (novembre 2012)
- Comment concilier régulation financière et croissance :
20 propositions (novembre 2012)
- Taxe professionnelle et finances locales : premier pas vers une réforme globale ? (septembre 2012)
- Remettre la notation financière à sa juste place (juillet 2012)
- Réformer par temps de crise (mai 2012)
- Insatisfaction au travail : sortir de l'exception française (avril 2012)
- Vademecum 2007 – 2012 : Objectif Croissance (mars 2012)

- Financement des entreprises : propositions pour la présidentielle (mars 2012)
- Une fiscalité au service de la « social compétitivité » (mars 2012)
- La France au miroir de l'Italie (février 2012)
- Pour des réseaux électriques intelligents (février 2012)
- Un CDI pour tous (novembre 2011)
- Repenser la politique familiale (octobre 2011)
- Formation professionnelle : pour en finir avec les réformes inabouties (octobre 2011)
- Banlieue de la République (septembre 2011)
- De la naissance à la croissance : comment développer nos PME (juin 2011)
- Reconstruire le dialogue social (juin 2011)
- Adapter la formation des ingénieurs à la mondialisation (février 2011)
- « Vous avez le droit de garder le silence... »
Comment réformer la garde à vue (décembre 2010)
- Gone for Good? Partis pour de bon ?
Les expatriés de l'enseignement supérieur français aux États-Unis (novembre 2010)
- 15 propositions pour l'emploi des jeunes et des seniors (septembre 2010)
- Afrique - France. Réinventer le co-développement (juin 2010)
- Vaincre l'échec à l'école primaire (avril 2010)
- Pour un Eurobond. Une stratégie coordonnée pour sortir de la crise (février 2010)
- Réforme des retraites : vers un big-bang ? (mai 2009)
- Mesurer la qualité des soins (février 2009)
- Ouvrir la politique à la diversité (janvier 2009)
- Engager le citoyen dans la vie associative (novembre 2008)
- Comment rendre la prison (enfin) utile (septembre 2008)
- Infrastructures de transport : lesquelles bâtir, comment les choisir ? (juillet 2008)
- HLM, parc privé
Deux pistes pour que tous aient un toit (juin 2008)

- Comment communiquer la réforme (mai 2008)
- Après le Japon, la France...
Faire du vieillissement un moteur de croissance (décembre 2007)
- Au nom de l'Islam... Quel dialogue avec les minorités musulmanes en Europe ? (septembre 2007)
- L'exemple inattendu des Vets
Comment ressusciter un système public de santé (juin 2007)
- Vademecum 2007-2012
Moderniser la France (mai 2007)
- Après Erasmus, Amicus
Pour un service civique universel européen (avril 2007)
- Quelle politique de l'énergie pour l'Union européenne ? (mars 2007)
- Sortir de l'immobilité sociale à la française (novembre 2006)
- Avoir des leaders dans la compétition universitaire mondiale (octobre 2006)
- Comment sauver la presse quotidienne d'information (août 2006)
- Pourquoi nos PME ne grandissent pas (juillet 2006)
- Mondialisation : réconcilier la France avec la compétitivité (juin 2006)
- TVA, CSG, IR, cotisations...
Comment financer la protection sociale (mai 2006)
- Pauvreté, exclusion : ce que peut faire l'entreprise (février 2006)
- Ouvrir les grandes écoles à la diversité (janvier 2006)
- Immobilier de l'État : quoi vendre, pourquoi, comment (décembre 2005)
- 15 pistes (parmi d'autres...) pour moderniser la sphère publique (novembre 2005)
- Ambition pour l'agriculture, libertés pour les agriculteurs (juillet 2005)
- Hôpital : le modèle invisible (juin 2005)
- Un Contrôleur général pour les Finances publiques (février 2005)
- Les oubliés de l'égalité des chances
(janvier 2004 - Réédition septembre 2005)

Pour les publications antérieures se référer à notre site internet :

www.institutmontaigne.org

INSTITUT MONTAIGNE



AIR FRANCE-KLM
AIRBUS GROUP
ALLEN & OVERY
ALLIANZ
ALVAREZ & MARSAL FRANCE
ARCHERY STRATEGY CONSULTING
ARCHIMED
ARDIAN
A.T. KEARNEY
AUGUST DEBOUZY
AXA
BAKER & MCKENZIE
BANK OF AMERICA MERRILL LYNCH
BEARINGPOINT
BNI FRANCE ET BELGIQUE
BNP PARIBAS
BOLLORE
BOUYGUES
BPCE
BRUNSWICK
CAISSE DES DÉPÔTS
CAPGEMINI
CARBONNIER LAMAZE RASLE & ASSOCIÉS
CARREFOUR
CASINO
CGI FRANCE
CHAÎNE THERMALE DU SOLEIL
CIS
CISCO SYSTEMS FRANCE
CNP ASSURANCES
COHEN AMIR-ASLANI
COMPAGNIE PLASTIC OMNIUM
CREDIT AGRICOLE
CRÉDIT FONCIER DE FRANCE
DAVIS POLK & WARDWELL
DENTSU AEGIS NETWORK
DE PARDIEU BROCAS MAFFEI
DEVELOPMENT INSTITUTE INTERNATIONAL
EDF
ELSAN
ENGIE
EQUANCY
EURAZEO
EUROSTAR
FONCIÈRE INEA
GAILLARD PARTNERS
GRAS SAVOYE
GROUPAMA
GROUPE EDMOND DE ROTHSCHILD
GROUPE M6
GROUPE ORANGE
HENNER
HSBC FRANCE
IBM FRANCE
ING BANK FRANCE
INTERNATIONAL SOS
IONIS EDUCATION GROUP
ISRP
JALMA
JEANTET ASSOCIÉS
KANTAR
KPMG S.A.
LA BANQUE POSTALE

SOUTIENNENT L'INSTITUT MONTAIGNE

INSTITUT MONTAIGNE



LAZARD FRÈRES
LINEDATA SERVICES
LIR
LIVANOVA
LVMH - MOËT-HENNESSY - LOUIS VUITTON
MACSF
MALAKOFF MÉDÉRIC
MAZARS
MCKINSEY & COMPANY FRANCE
MÉDIA-PARTICIPATIONS
MERCER
MICHELIN
MICROSOFT FRANCE
NESTLÉ
OBEA
ONDRA PARTNERS
PAI PARTNERS
PIERRE & VACANCES
PRICEWATERHOUSECOOPERS
RADIALL
RAISE
RAMSAY GÉNÉRALE DE SANTÉ
RANDSTAD
RATP
REDEX
REXEL
RICOL LASTEYRIE CORPORATE FINANCE
ROCHE
ROLAND BERGER
ROTHSCHILD & CIE
SANOFI
SANTÉCLAIR
SCHNEIDER ELECTRIC
SERVIER
SIA PARTNERS
SIACI SAINT HONORÉ
SIER CONSTRUCTEUR
SNCF
SNCF Réseau
SODEXO
SOLVAY
STALLERGENES
SUEZ
TECNET PARTICIPATIONS SARL
THE BOSTON CONSULTING GROUP
TILDER
TOTAL
TUDEL & ASSOCIÉS
VEOLIA
VINCI
VIVENDI
VOYAGEURS DU MONDE
WAVESTONE
WENDEL
WILLIS TOWERS WATSON
WORDAPPEAL

SOUTIENNENT L'INSTITUT MONTAIGNE

Imprimé en France
Dépôt légal : Juin 2017
ISSN : 1771-6756
Achévé d'imprimer en Juin 2017

INSTITUT MONTAIGNE



COMITÉ DIRECTEUR

PRÉSIDENT (en congé)

Henri de Castris

VICE-PRÉSIDENT

David Azéma

Jean-Dominique Senard Président, Michelin

Emmanuelle Barbara *Managing Partner*, August & Debouzy

Nicolas Baverez Avocat, Gibson Dunn & Crutcher

Marguerite Béard-Andrieu Directrice générale adjointe en charge de la Stratégie, groupe BPCE

Jean-Pierre Clamadieu Président du Comité exécutif, Solvay

Olivier Duhamel Professeur émérite des Universités, Sciences Po

Mireille Faugère Conseiller Maître, Cour des comptes

Christian Forestier ancien recteur

Marwan Lahoud Directeur général délégué, Airbus Group

Natalie Rastoin Directrice générale, Ogilvy France

René Ricol Associé fondateur, Ricol Lasteyrie Corporate Finance

Arnaud Vaissé Co-fondateur et Président-directeur général, International SOS

Philippe Wahl Président-directeur général, Groupe La Poste

Lionel Zinsou Président, PAI Partners

PRÉSIDENTS D'HONNEUR

Claude Bébéar Fondateur et Président d'honneur, AXA

Bernard de La Rochefoucauld Président, Les Parcs et Jardins de France

CONSEIL D'ORIENTATION

PRÉSIDENT

Ezra Suleiman Professeur, Princeton University

Benoît d'Angelin Président, Ondra Partners

Frank Bournois Directeur général, ESCP Europe

Pierre Cahuc Professeur d'économie, École Polytechnique

Lorraine Donnedieu de Vabres Avocate, associée gérante, Jeantet et Associés

Pierre Godé ancien vice-Président, Groupe LVMH

Michel Godet Professeur, CNAM

Françoise Holder Administratrice, Groupe Holder

Philippe Josse Conseiller d'État

Marianne Laigneau Directrice des ressources humaines, Groupe EDF

Sophie Pedder Chef du Bureau de Paris, *The Economist*

Hélène Rey Professeur d'économie, *London Business School*

Laurent Bigorgne Directeur

INSTITUT MONTAIGNE



IL N'EST DÉSIR PLUS NATUREL QUE LE DÉSIR DE CONNAISSANCE

Quelle place pour la voiture demain ?

Face aux questions que pose l'usage de l'automobile à notre société, les pouvoirs publics ont une forte propension à adopter des politiques de fermeté, voire de coercition vis-à-vis des automobilistes.

Pourtant, selon un sondage Kantar-TNS Sofres réalisé pour l'Institut Montaigne, la voiture est à la fois un objet d'affect et une nécessité au quotidien pour la plupart des Français. Ainsi, si les citoyens sont pleinement conscients du poids de l'automobile pour l'environnement, ils y demeurent néanmoins très attachés. Comment concilier cette préférence et cette exigence ?

Pour répondre aux trois défis qui se dressent sur la route de l'automobile – sociétal, environnemental et économique – l'Institut Montaigne formule dix propositions concrètes reposant sur une logique incitative, ainsi que sur un encouragement à l'expérimentation et à la coopération entre les acteurs de la mobilité de demain.

Rejoignez-nous sur :



Suivez chaque semaine
notre actualité en vous abonnant
à notre newsletter sur :
www.institutmontaigne.org

Institut Montaigne

59, rue La Boétie - 75008 Paris

Tél. +33 (0)1 53 89 05 60 - Fax +33 (0)1 53 89 05 61

www.institutmontaigne.org - www.desideespourdemain.fr

10 €

ISSN 1771-6764

Juin 2017